
В. И. Лебединский
в удивительном мире камня





В. И. Лебединский

В УДИВИТЕЛЬНОМ МИРЕ КАМНЯ

Издание второе, переработанное и дополненное

МОСКВА «НЕДРА» 1978

УДК 552.30

Лебединский В. И. В удивительном мире камня. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Недра», 1978. 160 с.

Книга знакомит широкие круги читателей с веществом Земли — горными породами. В ней рассказывается о возникновении и сложной жизни горных пород, о том, как изучают камень. Речь идет о песке и песчанике, разнообразных глинах, известняке и доломите, минеральных солях, граните, базальте, габбро, мраморе и сланцах. Каждой горной породе посвящен очерк. Из него можно узнать о свойствах и характерных особенностях горной породы, ее возникновении и практическом применении. Особая глава посвящена диковинкам в мире камня. Приведены сведения об использовании горных пород в технике, строительстве и искусстве. Много оригинальных цветных и черно-белых иллюстраций.

Во втором издании помещен новый материал о диковинных камнях и сооружениях из камня. Книга рассчитана на самый широкий круг читателей — любителей камня, на всех интересующихся историей возникновения различных горных пород.

Ил. 50, список лит. — 18 назв.

ИБ № 2792

Владимир Иванович Лебединский

В УДИВИТЕЛЬНОМ МИРЕ КАМНЯ

Издание второе, переработанное и дополненное

Редактор издательства Е. К. Семилетнова
Оформление художника А. Д. Смеляноза
Художественный редактор В. В. Евдокимов
Технический редактор В. В. Соколова
Корректор Р. Я. Усиова

Сдано в набор 11.11.77. Подписано в печать 21.09.78. Т-15161. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура журн. рубл. Печать офсетная. Печ. л. 10,0. Усл. п. л. 9,3. Уч.-изд. л. 10,6. Тираж 110 000 экз. Заказ 1001/7170—1. Цена 55 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Калинин, пр. Ленина, 5.

Л $\frac{20805-431}{043(01)-78}$ 93—78

Мне хочется извлечь сырой, на первый взгляд неприглядный материал из недр Земли и в свете солнца сделать его доступным человеческому созерцанию и пониманию, подобно красоте благоухающих цветов.

А. Е. ФЕРСМАН

ПЕРВЫЕ ВСТРЕЧИ С КАМНЕМ

Камень так же древен, как и наша планета Земля. Миллиарды и миллионы лет он был «вещью в себе», и только с появлением человека у камня началась новая жизнь. Чем дальше развивалось человеческое общество, чем больше человек осваивал природу, тем больше выявлялись полезные свойства камня.

Уже первобытный человек использовал камень как орудие труда. Острым камнем он рассекал тушу убитого животного, плоским — растирал зерна злаков, цветные и блестящие камни использовал для украшений. Камень служил и надежным оружием первобытному человеку. Удачно брошенный камень как бы удлинял руку охотника, поражая врага и убегающего зверя.

Проходит много времени. Постепенно накапливая опыт, человек уже не довольствуется случайной формой камня, а придает ему нужную форму и размеры, изготовляя из него всевозможные орудия труда, обороны и нападения. Первобытный человек уже знал некоторые особенности камня и умело ими пользовался. Из плотных, вязких горных пород, сохранявших цельность при сильных и многократных ударах, он изготовлял молотки. Доисторический человек заметил, что некоторые камни (кремень, вулканическое стекло) при умелом ударе раскалываются на кусочки с острыми краями. Этот материал оказался незаменимым для изготовления ножей, наконечников стрел и копий, скребков и других предметов.

Первобытный человек в меру своих возможностей был специалистом по камню. Он внимательно рассматривал валуны на берегу горной реки и глыбы в осыпях у подножий гор, вы-

искивая среди них нужные. Чисто случайно заметил, что некоторые тяжелые камни на углях костра плавились, после застывания превращаясь в блестящий слиток. Потом он обнаружил, что получившуюся из камня тяжелую жидкость можно вылить в глиняную форму и таким путем получить нож, топор, наконечники стрел и другие столь важные в его жизни вещи.

В современную эпоху в жизни человека большое значение имеет металл, а химия создала удивительные пластмассы, порою заменяющие камень. Но и теперь роль камня очень велика. Современная жизнь немыслима без камня: он нужен при облицовке зданий, набережных, мостов, из камня высекают величественные памятники. Без камня нельзя обойтись при возведении любых домов, он необходим при прокладке дорог и др. Известняк нужен для выжигания извести; из мергеля получают цемент; фосфориты — ценнейшее сырье для получения минеральных удобрений; из белой глины готовят фарфоровые и фаянсовые изделия, из обычной глины — гончарные изделия, черепицу и кирпич.

В последнее время человек не довольствуется природными свойствами камня, а искусственно изменяет их в своих интересах. На заводах камень плавят, а затем огненную жидкость разливают в формы. Охлаждая ее с разной скоростью, можно каменной отливке придать нужные свойства. Некоторые камни при нагревании сильно вспучиваются, давая великолепный тепло- и звукоизоляционный материал.

Сейчас автор напомнил читателю многое из того, что ему, наверное, хорошо знакомо. Но мир камня значительно многообразнее, в нем очень много интересного и далеко еще не все нам известно.

В мире животных и растений происходят непрерывные изменения и превращения, которые мы называем жизнью. В мире камня, на первый взгляд, все как будто бы неизменно, поэтому его еще называют «мертвой природой». Но в «неживой природе» тоже все не вечно, и камни рождаются, мужают, старятся и затем исчезают. Обо всем этом, о замечательном мире камня читатель узнает, прочитав книгу.

Перейдем теперь к непосредственному знакомству с камнем. Сделаем это на примере нескольких областей нашей страны с различным геологическим строением.

В горах Крыма

Крым — один из чудесных уголков нашей необъятной Родины, край с великолепной и живописной природой, чрезвычайно интересный для геолога. Много удивительного скрыто в Крымских горах, хотя и не столь высоких и протяженных и не столь диких и труднодоступных, как Кавказ или Тянь-Шань. В ряде мест, особенно на Южном берегу, горы, величественно возвышаясь над морем, придают крымскому пейзажу особый колорит и красоту. Реки проложили в горах глубокие ущелья, моря окружили берега полуострова галечными и песчаными пляжами, солнце, дожди и ветер обнажили в скалах причудливые складки, жилы изверженных по-

род, кристаллы редких минералов и остатки животных давно минувших эпох.

Крымские горы — пример складчатой горной цепи. Некогда на их месте перекатывались волны огромного древнего океана Тетис. На его дне накапливались песок и ил, а ложе постепенно прогибалось. Здесь находилась подвижная полоса земной коры, постепенно опускавшаяся (геосинклиналь). Затем она стала подниматься, освобождаясь от океанической воды, образовав в конце концов поднятие, состоящее из смятых в складки слоев.

Чтобы познакомиться с крымским камнем, совершим экскурсию от Симферополя к Южному берегу, спустившись к морю через Ангарский перевал. Это будет путь по горной троллейбусной дороге Симферополь — Алушта. На окраине города справа поднимаются обрывы желтовато-серых скал. Это — Петровские скалы, участок одной из гряд Крымских гор, на северном склоне которой раскинулся Симферополь. Скалы сложены плотными известняками. Присмотревшись, мы заметим множество крупных и мелких раковин вымерших животных — нуммулитов, живших в теплом море 55—60 миллионов лет назад. Сплюснутые раковины нуммулитов по форме и размерам напоминают трех- и пятикопеечные монеты (рис. 1), чем и объясняется название раковин («нуммулюс» полатыни монета). В известняке в изобилии встречаются крупные, размером с блюдце и даже с тарелку, раковины устриц, внешне похожие на высоковольтные изоляторы, раковины моллюсков нериней и остатки других морских животных.



РИС. 1.
Окаменевшая многокамерная раковина нуммулита в известняке. Окрестности Симферополя.

Что можно сказать о происхождении известняков Петровских скал? В естественном залегании они образуют слои и пачки слоев, прослеживающиеся на большие расстояния. В них заключены остатки различных животных, потомки которых в настоящее время живут в теплых морях. По совокупности этих признаков известняки следует отнести к осадочным породам, образовавшимся на дне моря в результате накопления известняковых раковин древних животных после их гибели.

На берегу Симферопольского моря лежит большое село Лозовое. Если рассматривать с шоссе окружающий пейзаж, наше внимание привлечет буровато-зеленая скалистая гряда, начинающаяся на правом берегу Симферопольского моря и дальше соединяющаяся с крупным холмом. Во

фронтальной части гряды, обращенной к водохранилищу, виден старый, ныне заброшенный карьер, а дальше несколько действующих каменоломен.

В карьерах обнажена горная порода, которая по внешнему виду и происхождению коренным образом отличается от известняков Петровских скал. Это довольно тяжелый камень буро-зеленого цвета. На фоне тонкозернистой массы, составные части которой невооруженным глазом совершенно не различаются, видны серые и зеленовато-серые кристаллы полевого шпата, в продольных сечениях прямоугольной формы. Такие крупные выделения минералов называют вкрапленниками, а структуру горной породы в целом — порфировой.

Порфировая структура горной породы, вскрытой карьерами у села Лозового, свойственна ископаемым вулканическим лавам. Когда-то здесь на дне моря действовал вулкан, время от времени извергавший раскаленную лаву. Из нее при остывании выкристаллизовались минералы. Затем смесь лавы и кристаллов стремительно поднялась на поверхность, где быстро остыла и затвердела. Ранее выделившиеся кристаллы стали вкрапленниками, а не успевшая закристаллизоваться лава застыла в виде плотной тонкозернистой массы. Ее называют основной массой вулканической породы.

Порфировая порода села Лозового образовалась из магмы. Такие породы называют магматическими. Они могут возникать как на поверхности Земли, так и в ее глубине, и разные условия приводят к очень важным различиям между ними. Среди магматических пород выделяют вулканические, образовавшиеся на поверхности, и глубинные, застывшие на глубине. Порфировая порода, которая слагает гряду у села Лозового, как раз относится к вулканическим породам.

Настоящий горный ландшафт начинается за большим селом Перевальное. Отсюда лента шоссе длиной более десяти километров выводит на Ангарский перевал. Справа обрывы высокого известнякового плато Чатыр-Даг, слева — отроги горы Демерджи. Скалистые обрывы Чатыр-Дага сложены известняком, но форма скал в виде пиков, высоко поднимающихся в небо, заставляет предположить, что чатырдагские известняки не такие, как известняки Петровских скал. Действительно, известняки Чатыр-Дага древнее, плотнее и крепче, местами похожи на мрамор. Поэтому они лучше сопротивляются разрушению и на местности выступают в виде высоких вершин и пиков. По происхождению известняки Чатыр-Дага и Петровских скал относятся к осадочным породам, материал которых возник в основном при накоплении известковых раковин вымерших животных и водорослей.

От Ангарского перевала до берега Черного моря в основании Крымских гор лежат иные горные породы, не похожие на ранее встреченные. В обрывистых бортах дорожных выемок видна полосчатая толща горных пород, состоящая из бесчисленно повторяющихся пластов песчаников, алевролитов (тонкозернистых песчаников) и уплотненных глин, смятых в складки. Слоистое строение толщи и встречающиеся в ней раковины ископаемых морских организмов определенно говорят о том, что песчаники и уплотненные глины Южного

берега Крыма представляют собой окаменевшие морские пески и илы. Они, так же как уже упоминавшиеся известняки, принадлежат к осадочным породам. Но исходный материал песчаников и глин образовался путем механического раздробления ранее существовавших горных пород, поэтому песчаники и глины следует относить к так называемым механическим, или обломочным, осадочным породам.

С иными горными породами мы познакомимся на вершине Аю-Дага, или Медведь-горы — одной из самых примечательных гор Крыма. Это огромный каменный горб, оканчивающийся крутыми обрывами к морю, сложен кристаллически-зернистой породой. Она состоит из довольно крупных кристаллов белого полевого шпата и черного пироксена, придающих породе пятнистую окраску. Порода называется габбро-диабазом.

Равномернозернистое строение габбро-диабаза и правильная огранка кристаллов свидетельствуют о том, что порода образовалась при застывании магмы на глубине. Габбро-диабаз Медведь-горы относится к магматическим породам, точнее к тем, которые кристаллизовались на глубине (глубинным магматическим породам).

На склонах Медведь-горы видны и другие породы, как бы чехлом одевшие массив габбро-диабазов. При ударе молотком они дают ребристые острые края с гладким, как у рога, изломом. По этой особенности такого рода горные породы назвали роговиками. Они соединяют в себе признаки осадочных и магматических пород. На осадочные породы они похожи слоистостью, на магматические — высокой температурой образования слагающих минералов и твердостью, а также ясно выраженным кристаллическизернистым строением. Такие горные породы, совмещающие в себе признаки различного происхождения, называются метаморфическими, то есть преобразованными.

Долгое время происхождение метаморфических пород оставалось неясным и вызывало разные толкования. В конце концов было установлено, что эти породы по своему происхождению не первичны, а вторичны, что они возникли путем переработки осадочных или магматических пород под влиянием высокой температуры и повышенного давления в недрах Земли.

У скалистых берегов Днепра

С породами, совершенно не похожими на крымские, мы встретимся у скалистых берегов Днепра, например, в городе Днепропетровске. В кручах правого берега Днепра, в парке имени Шевченко или немного ниже города у села Лоцмановки, на поверхность Земли выходят древнейшие породы. Они очень разнообразны, среди них встречаются однородные или полосчатые, темные или светлые.

Больше всего распространены полосчатые горные породы, в которых светлые полоски перемежаются с темными. Границы между ними иногда настолько неясны и расплывчаты, что зачастую трудно сказать, где кончается светлый прослой и начинается темный, и наоборот. Светлые

прослои розового или серого цвета, в них невооруженным глазом видны дымчатый кварц, розовый полевой шпат и черные блестящие чешуйки слюды. Темные прослои сверкают слюдой, кроме того в них встречаются серый полевой шпат и изредка кварц. Эти породы, называемые мигматитами, образовались на большой глубине, когда под влиянием высокой температуры из метаморфических пород стал выплавляться гранитный материал. А дальше капли расплава остались на месте или проникли в метаморфический субстрат. Возникли смешанные породы, состоящие из первичного метаморфического материала, не успевшего расплавиться, и новообразованных обособлений гранитного материала.

В днепровских скалах встречаются также и большие участки метаморфических пород, из которых образовался мигматит. Это темно-серые или почти черные кристаллические полосчатые породы, состоящие из серых кристаллов полевого шпата и темно-зеленых роговой обманки с характерным мерцающим блеском. Это гнейс — метаморфическая порода, возникшая на больших глубинах под влиянием высокой температуры и давления вышележащих пород.

Кроме гнейсов в составе мигматитов встречаются обособления гранитов и черно-зеленых амфиболитов — массивных пород, состоящих из кристаллов роговой обманки и полевого шпата. Первоначально это были вулканические породы, богатые магнием и кальцием (так называемые лавы основного состава), или же осадочные породы, также богатые магнием и кальцием (доломиты и доломитизированные известняки).

Познакомившись с кристаллическими породами круч у Днепропетровска, мы приходим к выводу, что они принадлежат к очень древним участкам Земли. Ведь все осадки и вулканические породы, некогда накапливавшиеся в древнем океане, превратились в совершенно иные породы — метаморфические. В пользу этого вывода говорит и полное отсутствие в них следов органического мира, в них нет отпечатков раковин и растений. Можно предполагать, что во время образования этих пород органический мир еще не существовал.

На значительной территории Украины мигматиты, граниты, гнейсы и амфиболиты выходят на поверхность Земли или же лежат неглубоко под маломощным слоем песков и глин. Широкой полосой они протянулись от Житомирской области до берегов Азовского моря. Этот один из древнейших участков земной коры называют Украинским кристаллическим щитом. Исследования последнего времени, основанные на изучении радиоактивных изотопов некоторых элементов, показали, что возраст пород Украинского щита очень древний. Например, мигматиты по р. Саксагань образовались 2630 миллионов лет назад, гнейсы у села Репихово на Криворожье — 2250 миллионов лет, гранит у города Шполы — 1700 миллионов лет.

Возвращаясь к петрографическому составу горных пород круч над Днепром, можно заключить, что здесь мы встретились с иными породами, чем в Крымских горах. И это естественно. Ведь геологическая история участков Земли, на которых теперь находятся Крымские горы и Украинский щит, значительно отли-

чается, поэтому процессы, ведущие к возникновению горных пород, были размыми.

Беглое знакомство с горными породами двух областей нашей страны говорит об их чрезвычайно большом разнообразии. На поверхности Земли чаще всего встречаются горные породы осадочного происхождения. Очень трудно найти такие участки материков, где бы не были распространены глины, пески, известняки и другие осадочные породы. Это говорит о том, что почти все участки поверхности Земли раньше или позже в своей геологической истории находились под водой. Однако не везде сохранился покров осадочных пород. В ряде мест он размыт и разрушен после поднятия морского дна. А осадочные породы, опустившиеся в глубины Земли, изменились до неузнаваемости, превратившись в метаморфические. Осадочные породы лучше всего сохранились на равнинах, где они многосотметровым чехлом покрывают древний кристаллический фундамент. Участки с таким геологическим строением называют платформами и впадинами (если фундамент прогнут). Таковы, например, Русская и Сибирская платформы, Североамериканская платформа, Причерноморская и Днепровско-Донецкая впадины и др.

Меньше распространены на поверхности магматические породы. У них четко выражена связь со складчатыми горными цепями. Магматические породы очень разнообразны, из них особенно широко распространены граниты и такие вулканические породы, как базальты, андезиты, спилиты и некоторые другие. Граниты нередко слагают крупные тела протяженностью в десятки и сотни километров, как, например, на Урале, Кавказе, Саянах, Колыме, Индигирке и в других районах. В этих же местах широко распространены и вулканические породы.

Метаморфические породы встречаются преимущественно в древних частях материков в составе упомянутых выше «щитов». Они известны в Европе (Балтийский и Украинский щиты), в Азии (Алданский, древние массивы Казахстана, Северной Индии), Канаде и других частях мира. В щитах горные породы особенно сильно метаморфизованы, зачастую до неузнаваемости — это гнейсы, мигматиты и кристаллические сланцы. Другая область распространения метаморфических пород — центральные части складчатых гор, где они представлены различными сланцами, мраморами, кварцитами и другими породами.

Знания о горных породах в глубинах Земли не столь определенны. Достоверный материал о составе Земли до глубины 7—8 км, и даже до 10—15 км, мы получаем по результатам бурения глубоких скважин. Косвенные данные позволяют судить со значительной вероятностью о составе более глубоких частей земного шара. Эти сведения дают геофизика и геохимия. Например, о некоторых физических свойствах вещества в глубинах Земли (плотности, магнитности, электропроводности) можно судить, сопоставляя их со свойствами горных пород на земной поверхности, внеся в них некоторые поправки на возросшие температуру и давление. Таким путем удалось установить, что осадочные породы распространяются до глубины 3—4 км, а метаморфические уходят вглубь

до 15—20 км. Еще ниже лежат магматические породы. Верхнюю часть здесь занимают граниты и родственные им горные породы, среднюю — базальты, нижнюю — близкие к ним, но с меньшим содержанием кремнезема ультраосновные породы.

Геология и ее ветвь — петрография

Горные породы слагают поверхность Земли и уходят вглубь на десятки километров. Их изучением занимается геология. Здесь нужно уточнить предмет этой одной из древнейших естественных наук. Геология в широком смысле слова — наука о Земле. Но это определение слишком общее, так как Земля является предметом изучения ряда других наук — астрономии, геодезии, почвоведения, географии и т. д. Поэтому правильнее сказать, что геология изучает верхнюю часть нашей планеты, называемую земной корой, точнее ее состав, строение и процессы, протекающие на ней с момента образования до наших дней.

Земная кора состоит из камней или горных пород. Одинаковый ли смысл имеют эти названия? Нет, не одинаковый. Камень — название бытовое и техническое, и в геологии оно не применяется. Геологи пользуются понятием «горная порода». Что же представляют собой горные породы? Это твердые, мягкие, рыхлые и сыпучие массы, из которых состоит верхняя оболочка Земли толщиной до 40—60 км. Таким образом, горная порода, в отличие от житейского понимания слова камень, вовсе не обязательно твердая. Поэтому к горным породам принадлежат не только гранит, известняк, песчаник и другие крепкие породы, но и пластичная глина и рыхлый песок.

От горных пород нужно отличать минералы — природные химические соединения и самородные химические элементы. Они своего рода «кирпичи», из них построено «здание» горной породы. Минералы не образуют крупных скоплений. В горных породах они встречаются в виде отдельных зерен, реже хорошо ограненных кристаллов. В природе известно около 350 видов горных пород, но часто встречаются только несколько десятков.

Широчайшее распространение горных пород, многообразие их состава и связь с ними многих полезных ископаемых не могли не привести к появлению особой ветви знаний в геологии. Такая наука существует с начала второй половины XIX в. Это наука — петрография, что в переводе с древнегреческого означает «описание камня».

Более чем за столетний период петрографы изучили разнообразные горные породы всех стран мира, и ныне, когда эта наука располагает огромным фактическим материалом, интересы исследователей камня направлены не столько на изучение свойств горных пород, сколько на выяснение их происхождения, законов, управляющих образованием и распространением горных пород во времени и пространстве. В последние годы многие специалисты предпочитают называть петрографию петрологией, т. е. наукой о камне. Это название точнее, оно действительно отражает «заботы» современной науки о горных породах.

КАК ИЗУЧАЮТ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Без точных наблюдений и исследований нет и не может быть науки.

В. М. СЕВЕРГИН

У многих людей, не имеющих отношения к геологии, знакомство с горными породами часто начинается в геологических или краеведческих музеях. У застекленных витрин с образцами разнообразных минералов, горных пород, руд и окаменелостей нередко можно встретить и профессионалов-геологов. Они приходят в музей для того, чтобы увидеть редкие образцы или познакомиться с монографическими коллекциями, результаты изучения которых опубликованы в научных трудах.

Горные породы в натуре

Изучать горные породы, как правило, начинают не в музее. Ведь граниты, известняки, песчаники и другие горные породы составляют естественные участки земной коры, и их изучение начинается там, где они находятся. В глухой тайге, в болотистой тундре или высоких горах — везде можно встретить исследователя камня. Геолог пройдет многими маршрутами, прежде чем установит, где, какие горные породы находятся. Но собрать образцы камней — это только часть дела. Прежде всего необходимо выяснить форму скоплений горных пород. Они могут располагаться пластами, линзами, жилообразными внедрениями, составлять огромные массивы и т. д. Необходимо также изучить возраст горных пород, выяснить возможность их применения в народном хозяйстве.

Экспедиционная петрографическая работа требует применения соответствующих инструментов. Для отбора образцов горных пород нужны

геологический молоток и зубило, для определения состава и строения их петрограф использует лупу, горным компасом определит положение пластов осадочных пород, потоков лав и других геологических образований; для выяснения особенностей химического состава пользуется набором реактивов.

Однако распространение горных пород на поверхности Земли не такое, как в глубоких частях ее. Например, осадочные породы, сосредоточенные в приповерхностной части земной коры, с глубиной исчезают. Чтобы заглянуть в глубь Земли, петрограф использует результаты бурения. Если нужно получить сведения о составе земной коры и лежащей под ней мантии Земли на глубине в десятки и сотни километров, он обращается к геофизикам. С помощью особых приборов определяют физические свойства каменного материала в недрах, прежде всего плотность, магнитность, электропроводность, радиоактивность и др. Правда, по ним не всегда однозначно можно сказать, с какими горными породами мы имеем дело. Однако эти сведения приобретают все большее значение, так как в последние годы в лабораториях изучают свойства каменного материала под большим давлением и при высокой температуре, характерных для земной коры и более глубоких частей земного шара. Внеся в геофизические данные поправки на высокое давление и температуру, можно получить сведения о горных породах в недрах планеты.

После окончания экспедиционных работ петрограф располагает важным материалом для дальнейших исследований. В его распоряжении находятся геологические карты и разрезы, на которых условными знаками и различными цветами обозначены участки распространения разных горных пород. Каменная коллекция — ценный источник для специальных исследований, так как в экспедиционных условиях нет специальных приборов и лабораторий, зачастую с очень сложным оборудованием.

Что можно узнать о горных породах в лабораториях

Горные породы изучают различными методами и с помощью разных приборов. Прежде всего их исследуют под микроскопом, определяют химический состав и физические свойства. Уточняют возраст горных пород по сохранившимся в них окаменелым ископаемым организмам. А если их нет, тогда геологический возраст определяют при помощи радиоактивных элементов, в небольших количествах содержащихся почти в каждой горной породе.

Это лишь самые общие сведения о главнейших направлениях изучения горных пород. Расскажем о них подробнее. Наиболее распространенный и, можно сказать, обязательный метод изучения горных пород — исследование их под специальным микроскопом. Наблюдения производятся не в обычном естественном свете, а в плоско поляризованном[1], поэтому петрографический микро-

[1] В плоско поляризованном свете, в отличие от обычного, колебания света упорядочены и совершаются в одной плоскости.

скоп называется поляризационным. Рассматривают при этом не сами образцы горных пород, а изготовленные из них шлифы — тонкие пластинки (толщиной 0,027 мм), способные пропускать свет. В шлифах видны зерна различных минералов, выясняются их форма, размеры, соотношения друг с другом и иные особенности.

Важным дополнением к изучению шлифов горных пород под микроскопом служат исследования минералов на особом приборе — универсальном столике Федорова, названном так в честь его изобретателя, знаменитого русского ученого Е. С. Федорова. На столике поляризационного микроскопа мы видим минералы в случайных сечениях, что не всегда позволяет определить их характерные свойства. Вот тогда столик Федорова незаменим. В нем есть несколько колец, соединенных друг с другом и вместе с тем вращающихся независимо. Вращая шлиф в разных плоскостях, зерну придают нужное положение и определяют оптические свойства минерала. Федоровский метод позволяет провести полное оптическое исследование минерала в одном зерне.

Как ни удобен поляризационный микроскоп, но в нем нельзя рассмотреть частички меньше 0,2 микрона — границы видимости частичек в оптическом микроскопе. Для изучения меньших минеральных зернышек используют электронный микроскоп. В нем применяют не световые волны, в поток электронов. Электронный микроскоп позволяет получать увеличение в десятки тысяч раз. Он оказался незаменим при изучении глин, коллоидных минералов и других веществ, для исследования которых возможности оптического микроскопа недостаточны.

Важной характеристикой горной породы служит ее химический состав. Поначалу химические анализы использовались для определения горных пород, особенно тонкозернистых и аморфных, о минеральном составе которых нельзя судить по шлифу. Таковы, например, вулканические стекла и глины. Теперь же химические анализы служат для установления родства пород разного состава. С их помощью доказали, например, что граниты одной и той же местности, сходные по внешнему виду, отличаются друг от друга связанными с ними рудами. Например, на Дальнем Востоке с одними гранитами встречается олово, с другими золото. Однако изучение особенностей химического состава гранитов показало, что они различаются по содержанию окислов щелочей, глинозема и других компонентов.

При обычном химическом анализе горной породы определяют содержание 12—15 химических элементов, из которых построены главнейшие минералы горных пород. Это кремний, алюминий, железо, марганец, магний, кальций, натрий, калий, фосфор, титан, сера, водород, углерод. Абсолютное содержание их различно — от 10% и более (кремний, кислород, алюминий) до десятых долей процента (марганец, сера, фосфор).

В горные породы входят не только породообразующие элементы, но и такие, содержание которых меньше десятых долей процента в десятки, сотни и тысячи раз — это «малые» элементы. Они не образуют самостоятельные минералы, а входят как

примеси в главные минералы. И тем не менее малые элементы придают горным породам характерные черты. Оказывается, например, что граниты одних мест обогащены бором, другие — оловом и т. д. Распространение малых элементов позволяет разобраться в особенностях состава горных пород. Более того, эти данные позволяют судить и о возможно с ними связанных полезных ископаемых.

Малые элементы определяют не только химическим путем, но и другими методами, в частности спектральным и полярографическим. Спектральный анализ основан на том, что свет, проходя через раскаленные пары вещества, а затем через трехгранную призму, распадается на ряд тонких цветных линий — линейный спектр. Известно, что у каждого химического элемента есть свой, отличный от других элементов спектр. Чувствительность спектрального анализа необыкновенно высокая. Многие элементы определяются с точностью до 0,0001—0,00001 %, что соответствует содержанию 1,0—0,1 грамма элемента в тонне горной породы.

Полярографический метод анализа открыт в 1925 г. Полярограф — небольшой компактный автоматический фоторегистрирующий прибор, записывающий ход электролиза. Предварительно анализируемое вещество растворяют в электролите. Напряжение электрического тока постепенно увеличивают до тех пор, пока не начнется электролиз, ход которого автоматически записывается на диаграмме — полярограмме. По ее форме можно установить, какие элементы и в какой концентрации находятся в растворе. Чувствительность полярографического анализа очень высокая, этим путем можно определять вещества, находящиеся в количестве до 0,0001 %.

Применяется также особый метод изучения горных пород, основанный на физико-химических превращениях вещества при нагревании (термический анализ). Выделение или поглощение тепла улавливается при помощи автоматического прибора — пирометра, изобретенного академиком Н. С. Курнаковым. На термической кривой записана разность скоростей нагревания исследуемого материала и нейтрального образца. Поэтому изменения в скорости нагревания двух веществ отразятся изломами на плавном графике. При поглощении тепла появится резкое понижение, при выделении — резкий пик. Термический анализ играет большую роль при изучении горных пород, состоящих из тончайших частиц, неразличимых в шлифах, таких, как глины, бокситы, некоторые железные и марганцевые руды и др.

Точная характеристика горных пород складывается также из углубленного изучения минералов. Вот тогда особенно необходимы данные о внутреннем строении минералов. Это значит, что необходимо выяснить расположение атомов или ионов в кристаллической решетке, установить, на каких расстояниях они находятся. Такие сведения получают, изучая минералы с помощью рентгеновских лучей. Для этого через кристаллы пропускают невидимые очень короткие электромагнитные волны (с длиной волны в тысячи раз меньше длины волн видимого света). Они беспрепятственно проходят в местах, где нет

атомов или ионов и отклоняются от своего направления при встрече с ними. Лучи за кристаллом фотографируются на пленку. Получается рентгеновский снимок кристалла, состоящий из множества пятнышек, следов рассеянных лучей. По снимку определяют расположение элементарных частиц и особенности строения вещества. Рентгеноструктурному анализу принадлежит очень большая роль, он не только открыл перед исследователями мир частиц в кристалле, но и позволил связать их свойства с внутренним строением.

В последнее десятилетие широкое распространение получил дифрактометрический метод рентгеновского анализа. В этом случае исследуют тончайшие частички минералов, осажденные на пленку. Отражающиеся от них рентгеновские лучи вызывают слабые световые вспышки, которые улавливает сцинтилляционный счетчик Гейгера. В счетчике возбуждаются электромагнитные колебания, которые тотчас преобразуются в механические и записываются самописцем в виде пилообразной дифрактометрической кривой. Каждый минерал дает на ней по несколько характерных пиков, причем их высота тем значительнее, чем больше его содержание в минеральной смеси. Дифрактометрический анализ оказался исключительно эффективным при изучении тонкодисперсных минералов, особенно глинистых.

Еще десять лет назад пределом минералогических исследований было установление внутреннего строения кристаллов при помощи рентгеновских лучей. Но в последние годы на стыке физики и наук о природном веществе — минералогии, петрографии и геофизики — возникло новое научное направление — физика минералов. Главная ее задача состоит в изучении электронной структуры и электронных свойств минералов. Новое направление вызвало и появление новых методов изучения физических явлений — радиоспектроскопию, ядерный и парамагнитный резонанс и др.

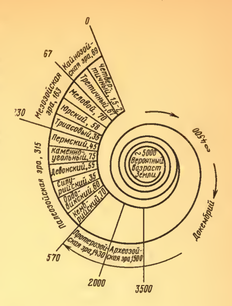


Рис. 2.
Абсолютный возраст Земли и геологических периодов в миллионах лет. По К. И. и В. К. Лукашовым, с изменениями.

Достоянием широких кругов геологов стало определение абсолютного возраста минералов и горных пород, основанное на распаде радиоактивных элементов. Известно, что уран, актиноуран и торий, испытывая ряд превращений, идущих независимо от внешних условий, в конечном счете дают особый изотоп свинца. Зная пе-

риоды полураспада радиоактивных элементов и измерив количество начальных и конечных членов радиоактивных рядов, содержащихся в минералах, определяют их возраст. Это так называемый «свинцовый» метод определения абсолютного возраста. Ныне арсенал методов абсолютной геохронологии довольно широкий. Применяется аргоновый метод (расчет ведется по аргону, выделяющемуся при распаде радиоактивного калия), стронциевый (по стронцию, образующемуся при распаде радиоактивного рубидия) и др.

Использование «радиоактивных часов» очень важно для определения возраста древних геологических процессов, оно поставило на прочную основу цифровое выражение геологического времени. На рис. 2 в виде спирали показана продолжительность геологических эр и периодов по данным радиогеологических исследований. Геологический возраст Земли равен примерно 5 миллиардам лет.

ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Слоистые породы покрывают большую часть земной коры и носят чрезвычайно разнообразный характер.

М. НЕЙМАЙР

Осадочные породы образовались на поверхности Земли или вблизи ее за счет материала, возникшего при выветривании, и за счет жизнедеятельности организмов. Возникновение осадочных пород охватывает длительное время и делится на несколько этапов.

Сначала образуется осадочный материал. Скалы разрушаются под влиянием воздуха, воды и льда, колебаний температуры и жизнедеятельности организмов. Прочные камни дробятся на мелкие куски, а часть минерального вещества переходит в раствор. Все это и есть осадочный материал. Частично он остается на месте, но основная масса уносится водой, ветром, льдом, силой тяжести. Транспортирующая сила где-то иссякает, и материал разрушенных пород задерживается. Так возникает осадок, рыхлый и пропитанный водой. Но это только прообраз будущей горной породы. Постепенно вода уходит, изменяются строение и минеральный состав осадка, и только в конце этого длительного процесса образуется горная порода.

Осадочные породы очень широко распространены на поверхности Земли. Они почти сплошным чехлом покрывают сушу и, как показали океанологические исследования, образуют мощные толщи на дне океанов и морей. Велико разнообразие осадочных пород. Их можно разделить таким образом: обломочные породы — это щебень, галечники, пески и т. п.; глинистые породы — главным образом алюмосиликаты, и химические породы, образовавшиеся в результате химических процессов или жизнедеятельности организмов. Познакомимся с наиболее важными.

Обломочные породы

Название этих пород отражает их главнейшую особенность — они состоят из обломков горных пород и минералов. А так как обломки возникают при раздроблении камня, т. е. механическим путем, обломочные породы нередко еще называются механическими. Насчитывается множество видов этих пород.

Плотные породы, состоящие из угловатых кусков, называются брекчиями. Они образовались путем цементации скоплений глыб и щебня, накопившихся у подножий высоких гор, у крутых каменистых морских берегов или при взрывах вулканов (рис. 3). Обломочный материал возникает и в недрах Земли, в участках, где земная кора под большим давлением разрывается и дробится. Брекчии привлекают пристальное внимание геологов, ведь в промежутках между обломками пород некогда циркулировали насыщенные минеральным материалом подземные воды, оставившие после себя в пустотах различные минералы, и в том числе минералы золота, меди, ртути и других металлов.

Конгломераты близки к брекчиям, но отличаются сглаженными контурами обломков. Поскольку плавные контуры обломков возникли при окатывании камня на дне моря близ берега или в русле быстрой реки, конгломераты служат надежным указателем древней морской береговой линии или ископаемых горных рек. Среди конгломератов в зависимости от размера обломков устанавливается свой «иерархический» ряд: валунные (поперечник обломков более 100 мм), галечниковые (100—10 мм) и гравийные (10—1 мм).

Некоторые из конгломератов внешне очень декоративны. Представьте себе полированный зеркально блестящий камень с мозаичным рисунком. Словно крупные разноцветные пятна выделяются в нем обломки серого известняка, красного гранита, фиолетового порфирита и других ярко окрашенных горных пород. Это и есть декоративный конгломерат. Таков, например, конгломерат из Джархеча в Армении, его плитами выложены полы в ряде зданий Еревана.

Конгломераты, как правило, крепкие горные породы, поэтому при выветривании в них нередко возникают причудливые каменные изваяния. Ими славится гора Демерджи на Южном берегу Крыма (рис. 4). Конгломераты причудливо обработаны резцом всесильной природы. На каждом шагу мы сталкиваемся с новыми удивительными фигурами. Среди них башни, колонны, бастионы, пирамиды и первозданные каменные идолы.

К обломочным породам наряду с брекчиями и конгломератами принадлежат и песчаные породы, но в них размер обломков меньше — от 1,0 до 0,1 мм. Поэтому обломки в песчаниках представлены не кусочками горных пород, а зернами минералов. Рыхлые песчаные породы — это всем хорошо известные пески. Прочные (сцементированные) песчаные породы называют песчаниками. Встречаются еще более мелкозернистые породы с размерами обломков от 0,1 до 0,01 мм. Они называются алевритами.

Пески образуются в разнообразных условиях. Они часто возникают

в прибрежной части моря и состоят из одного размера хорошо окатанных песчинок с гладкой поверхностью. Речные пески сортированы хуже, к тому же часть зернышек угловатая.

Очень много песка в пустынях, образовавшихся путем перевевания речных отложений. Постоянно дующие ветры сортировали обломочные частицы — поднимали в воздух и далеко уносили глинистые частицы, перекатывали песчаные, тогда как более крупные гравийные зерна оставались на месте. Поэтому пустынные пески хорошо сортированы и в них нет примеси глинистых и гравийных частиц.

Минеральный состав песков несложен и хорошо изучен. И все-таки до сих пор некоторые явления, связанные с песками, остаются загадочными. Например, звучание песков. Оно чаще всего возникает при оползании крутых песчаных откосов при слабом ветре. Звуки раздаются и при ходьбе по влажному песку. «Поющие» пески обнаружены на берегах Байкала, на Кольском полуострове, Рижском взморье, на пляже в Днепропетровске и в других районах.

Единого мнения о причине звучания песков нет. Одни ученые считают, что звуки рождаются при трении друг о друга кварцевых песчинок. Другие полагают, что «пение» вызвано расширением и сжатием зерен при движении песка. Английский ученый Р. Бегнольд математически проанализировал движение песчинок по склонам дюн и установил, что при этом происходит быстрое сжатие и расширение песчинок нижележащего слоя, когда на него обрушиваются песчаные лавины. Попеременное сжатие и расширение порождает вибрацию воздуха, которую человеческое ухо воспринимает как музыкальные звуки.



РИС. 3.
Вулканическая брекчия с Карадага, Крым. Обломки вулканических пород сцементированы тем же, но мелко раздробленным материалом.

Пески используются в самых различных целях. Они нужны при изготовлении стекла, фарфора, бетона, кирпича, входят в состав форм для литья в металлургии и т. д. В некоторых песках концентрируются самородное золото и платина, минералы, богатые оловом, вольфрамом, торием, церием и другими ценными элементами. Такие пески — месторождения полезных ископаемых. Называются они россыпными месторождениями, или проще — россыпями.

Необходимы народному хозяйству и песчаники. Их прочные разновидности используются при строительстве зданий и дорог. Песчаники, окрашенные в приятные тона, применяются как облицовочный материал.

Многие горные цепи сложены глав-



РИС. 4.
Фигуры выветривания в виде башен и бастионов в конгломератах горы Демерджи.

ным образом песчаниками. Они менее прочны, чем конгломераты, и сформировавшийся на них рельеф плавный, без острых пиков и глубоких седловин (рис. 5).

В пустынях и полупустынях выветривание создает огромную массу пыли. Пустыни — своего рода «фабрики» пыли. Ветер поднимает минеральную пыль в воздух и уносит на многие десятки и сотни километров, а затем осаждает ее на окраинах пустынь. Так возникли толщи пород мощностью в десятки и сотни метров, называемые лёссом, или желтоземом.

Лёсс — серо-желтая связная, но малопрочная горная порода. Она широко распространена, например, в степных областях Украины. Состоит лёсс из пылеватых скоплений кварца и полевого шпата, связанных между собой глинистым веществом и минеральными солями. В нем много мелких округлых пустот, придающих породе легкость. Лёсс легко разрушается проточной водой и в нем возникают глубокие овраги с вертикальными стенами, напоминающие ущелья (рис. 6).

Лёссу принадлежит большое значение в народном хозяйстве. На нем формируется одна из самых плодородных почв — чернозем. Из желтозема получают отличный строительный кирпич. На лёссе возводят дома и заводы, прокладывают дороги и каналы, устраивают водохранилища.



Рис. 5.
Средневысотные Карпатские горы, сложенные в основном песчаниками и глинистыми сланцами.

Но нельзя упускать из вида коварные свойства этого грунта. В противном случае возможны большие неприятности — появление трещин в стенах домов, наклон зданий, возникновение провалов с обрушением домов.

Все эти неприятности объясняются растворимостью лёсса. Вода легко проникает в пористую породу, растворяет соли на контактах между пылеватыми минеральными частичками и разрушает их скопления. В результате пылеватые частички сближаются, порода уплотняется и сокращается в объеме. Недоуплотненное состояние лёсса и лёссовидных отложений характерно для засушливых полупустынных или степных районов Средней Азии, Украины, Северного Кавказа, юга Центральной Европы и других мест.

С опасными деформациями лёссовых грунтов успешно борются. В скважины закачивают, например, раскаленный воздух; грунт обжигается и не размокает. Используются и химические методы укрепления. Лёсс пропитывают щелочным раствором силиката натрия, который, вступая в реакцию с заключенным в породе кальцием, образует гель кремниевой кислоты, «намертво» цементирующий частички лёсса. Таким путем укрепили грунт под фундаментом театра оперы и балета в Одессе и основания 120-метровых промышленных труб в Запорожье.



РИС. 6.
Крутостенный овраг в лёссе. Окрестности города Рени, Одесская область.

Породы, долгое время остававшиеся загадочными

Песчаные и алевритовые породы, о которых только что шла речь, состоят из мелких обломочных частиц минералов. К ним по размеру минеральных частиц примыкают другие широко распространенные горные породы — глины, но состоят они в основном из частичек не обломочного происхождения. Размер глинистых частиц обычно меньше 0,001 мм.

Ничтожные размеры частичек глинистых минералов, или, как говорят, сильная дисперсность глин, привели к тому, что до недавнего времени об их составе знали очень немного. Размер глинистых частичек настолько мал, что в поляризационном микроскопе при самом сильном увеличении (до двух тысяч раз) видны только какие-то точки, о природе которых нельзя сказать ничего определенного. Не помогал и химический анализ, поскольку не было уверенности, что глина состоит из одного минерала, а не из смеси нескольких.

Минеральный состав глин начал выясняться при сопоставлении их химического состава и кривых нагревания с составом и кривыми нагревания хорошо окристаллизованных разновидностей таких минералов, как каолинит, монтмориллонит, гидратированная слюда, палыгорскит и некоторых других. Точные данные о составе глин были получены с помощью рентгеновского анализа и электронного микроскопа (рис. 7). Теперь известно, что состав и характерные особенности глин определяют несколько тонкодисперсных минералов, называемых глинистыми. Главные из них каолинит, монтмориллонит, гидрослюда и палыгорскит. Кроме того выделяются промежуточные, так называемые смешаннослойные образования, состоящие из элементарных частиц двух или нескольких глинистых минералов, многократно сменяющих друг друга. Как примесь в глинах встречаются зернышки кварца, полевых шпатов, слюд и некоторых других минералов. По химическому составу глинистые минералы относятся к алюмосиликатам и состоят из кремния, алюминия, кислорода и

водорода. В некоторых из них содержатся еще железо и магний (монтмориллонит), магний (палыгорскит) или калий (гидрослюда). Кристаллические решетки большинства глинистых минералов слоистые.

Основная масса глинистых минералов образовалась при выветривании горных пород с полевым шпатом и слюдой. Пропитывающая горные породы вода с растворенными в ней кислородом, углекислым газом и различными веществами химически разлагала полевые шпаты и слюду и замещала их глинистыми. Иногда глинистые минералы оставались на месте своего образования, где природа разрушила их «прародителей». Так возникли «первичные», или «остаточные», залежи глины, обычно мощные (до нескольких десятков метров), занимающие большие площади.

Однако бóльшая часть месторождений первичных глин размыта водой, ветром и движущимися ледниками, а глинистые минералы перенесены на далекие расстояния. В местах, где скорость водных потоков уменьшалась, глинистые частички отлагались и накапливались, при благоприятных условиях сохранившись в виде сравнительно небольших залежей слоистого строения. Это и есть месторождения вторичных глин.

Глины — важное полезное ископаемое, находящее самое разнообразное применение. Каолин — обязательная составная часть смеси для изготовления фарфора и фаянса. Это белая, жирная на ощупь, мало пластичная и очень огнеупорная глина (плавится при температуре около 1750°С). Каолин — превосходный наполнитель, широко используется в бумажной, парфюмерной, мылова-



РИС. 7.
Кристаллы каолинита под электронным микроскопом. Увеличение в 25 тысяч раз. По Г. С. Грищенко и др.

ренной и резиновой промышленности. Волокнистость бумажной массы, хотя ее тщательно растирают, не позволяет получить однородную гладкую бумагу. Поэтому в бумажную массу добавляют так называемый наполнитель, закрывающий промежутки между волокнами. Лучший наполнитель для бумаги — каолинит, который к тому же из-за своего ослепительно-белого цвета служит и отбеливателем.

Гидрослюдистые глины легкоплавкие и в основном идут для изготовления грубой керамики — кирпича, черепицы, гончарных предметов и пр.

Монтмориллонитовые глины окрашены в зеленоватый или желтый цвет, восковидны, с матовым блеском. Некоторые из них легко поглощают воду и сильно набухают. Монтмориллонитовые, или, как их еще называют, бентонитовые, глины отличаются от других способностью извлекать примеси из жидкостей, твердых веществ и шерсти. Монтмориллонитовые глины

прекрасно очищают нефтяные продукты, растительные масла, уксус, вина, фруктовые соки и др. В текстильной промышленности они издавна применяются для обезжиривания шерсти и известны под названием сукновальных глин.

Пробиваясь через скалу, мелодично журчит источник, привлекая прохладой утомленного путника. Кристально чистая родниковая вода освежает и утоляет жажду. Но почему вода источника особенно вкусная и прозрачная? А все дело в глине. Прежде чем выйти на поверхность, вода под землей проходит длинный путь, фильтруясь через тончайшие поры и трещинки в горных породах. На этом пути она оставляет на частичках минералов-поглотителей, или, как их называют, адсорбентов, примеси коллоидного и молекулярного размера. А лучшие природные адсорбенты — глинистые минералы. Их частички самые мелкие, поперечником в микроны и доли микронов и, соответственно, с очень большой поверхностью, потому они сильнее, чем какие-либо другие минералы, задерживают частички примесей. Особенно же эффективны монтмориллонитовые глины, обладающие к тому же способностью обменивать свои катионы на катионы примесей.

В Крыму бентонитовая глина, называемая здесь кил, издавна использовалась как природное мыло. Эта глина серо-зеленого цвета легко «намыливается» на мокрое тело как настоящее мыло, только не дает пены. А самое удивительное состоит в том, что кил прекрасно моет и в морской воде. Секрет моющей способности кила, как и других монтмориллонитовых глин, очень прост. Дело в том, что тонкодисперсные частички монтмориллонита, попадая на кожу, адсорбируют на своей поверхности частички грязи.

Монтмориллонитовые глины имеют немалое значение и в животноводстве. Доказано, что прибавка к кормовым рационам бентонитовой глины заметно увеличивает эффективность откормки животных. Возьмем, например, щелочной бентонит Асканского месторождения в Грузии. Он содействует увеличению живого веса овец на 15—20 %. Примерно на столько же бентониты увеличивают урожай зеленой массы злаковых и овощей. Таким образом, бентониты относятся к биологически активным веществам, и поэтому их называют бентобиотиками. Суть их действия связана с тем, что бентониты как адсорбенты вызывают сорбционные явления в пищеварительном аппарате животных, усиливают отделение слюны и желудочного сока, ускоряя таким образом жизненные процессы.

В последние десятилетия огромные массы монтмориллонитовых глин используются в буровой технике. На обширной территории нашей страны при поисках и разведке полезных ископаемых бурят огромное число скважин. И в каждую из них нагнетается водный раствор глины. Он укрепляет стенки скважин и выносит на поверхность обломки разбуренной горной породы, охлаждает буровой инструмент и уменьшает его истирание в забое скважины. Кроме того, глинистые растворы благодаря своей довольно высокой вязкости значительно эффективнее выносят выбуренный шлам. Лучшим материалом для приготовления глинистых растворов служат монтмориллонитовые гли-

ны. О масштабе их применения свидетельствуют следующие данные. В нашей стране в 1975 г. при бурении было использовано около 500 тысяч тонн высококачественных монтмориллонитовых глин, что составляет 24% от всей их добычи в стране.

Менее всего распространены палыгорскитовые глины. Они состоят из своеобразного минерала палыгорскита, отличающегося от всех остальных глинистых минералов волокнистой формой кристаллов. Под электронным микроскопом видно, что его волокна часто собраны в пучки, кристаллы нередко изогнуты, а их концы заострены. В последнее десятилетие было открыто и изучено уникальное по качеству и своим огромным запасам месторождение палыгорскитовых и монтмориллонитовых глин в Черкасской области (Украина). Невозможно переоценить значение глин Черкасского месторождения, представляющих собой сырье для изготовления обычных и солестойких буровых растворов, формовочных материалов, адсорбентов в нефтеперерабатывающей и пищевой промышленности, фармацевтических препаратов, фарфоро-фаянсовых изделий и в других отраслях промышленности.

Глинистые почвы, когда они служат основаниями для инженерных сооружений, могут быть очень коварными. Дело в том, что они, несмотря на кажущуюся плотность,— высокопористые породы. И хотя их пористость весьма значительна (до 60%), но без лабораторных исследований она не обнаруживается. Объясняется это микроскопическим размером пор (1—5 микрон). В природных условиях микропоры обычно заполнены влагой. Пористость глин приводит к тому, что при возведении на них тяжелых зданий грунт под весом сооружений уплотняется и оседает. Если осадка идет неравномерно, здания становятся наклонными, «падающими». Широко известна падающая башня в итальянском городе Пизе. За время с 1174 г. до середины XX века башня осела с одной стороны на 3,2 м, с другой — на 1,6 м. Незадолго перед второй мировой войной осадка илисто-глинистого грунта прекратилась. Но во время военных действий на площадь, где стоит башня, упали бомбы. Взрывы вызвали сотрясение почвы, грунт «ожил», и вновь стал увеличиваться наклон башни. Сейчас отклонение верхушки башни от вертикальной оси достигло 4,9 м. Если не будут предприняты энергичные меры, башня неминуемо рухнет.

Другим интересным, но менее известным примером «падающего» здания служит башня Сюмбеки в Казанском Кремле, построенная в XVII в. Это стройное семиярусное высотой 58 м здание из красного обожженного кирпича возводилось на дубовых сваях, часть которых со временем опустилась. Поэтому башня отклонилась от вертикальной оси на 169 см.

Породы, рожденные в море

В море химическим и органическим путем образуется множество горных пород. По химическому составу они разделяются на железистые, кремнистые, фосфоритовые, карбонатные, соляные и органические. Мы расскажем о горных породах трех групп — карбонатных, соляных и органических.



РИС. 8.
Известняк с пустотами, следами растворения водой. Гора Чатыр-Даг, Крым.

Они нагляднее всего иллюстрируют свойства и происхождение химических и органических пород.

Карбонатные породы состоят из карбонатов — минералов, являющихся солями угольной кислоты. Известно несколько десятков карбонатных минералов, но породообразующими служат только кальцит и доломит. Из кальцита состоят широко распространенные в земной коре известняки, из доломита — одноименная порода.

Известняки по происхождению делятся на органогенные и химические. Органогенные известняки состоят из остатков ископаемых раковин моллюсков, скелетов кораллов, стеблей морских лилий, панцирей известковых водорослей и других организмов, обитавших на дне морей. Менее распространены известняки, образовавшиеся из раковин организмов, обитавших в толще воды и переносившихся волнами и морскими течениями. Такие известняки состоят из окаменевших водорослей и раковин корненожек.

В известняках химического происхождения главным минералом служит кальцит, выпавший в осадок химическим путем. Им свойственно кристаллическое строение, в них нет остатков организмов, они залегают в виде выдержанных и протяженных пластов. Химические известняки в виде небольших стяжений образуются в песчаниках и глинах.

Бывало и так, что кальцит накапливался одновременно органическим и химическим путем с образованием известняков смешанного происхож-



РИС. 9.
Глыбовая россыпь известняков на оползшем участке морского побережья. Полуостров Казантип, Крым.

дения. К ним относится, например, писчий мел, горная порода несомненно органического происхождения (под микроскопом в ней видны многочисленные известковые остатки морских водорослей), но с примесью кальцита химического происхождения.

Хотя у известняка большая прочность, но он растворим в воде. Кальцит растворяется в количестве одной части по весу на 10 800 частей воды, а в воде с углекислотой, заимствованной из воздуха, его растворимость возрастает в 30—40 раз. В течение геологического времени влага, просачивающаяся по трещинам, постепенно растворяет углекислый кальций и уносит с собой. Трещины расширяются (рис. 8) и превращаются в лабиринты узких ходов, каверны и естественные колодцы. Потом внутри известняковых массивов возникают пещеры, а на поверхности — естественные воронки и впадины. Этот процесс постепенного и медленного разъедания известняков подземными водами называется карстовым.

Однако растворение известняков — только одна сторона карстового процесса. Чуть только изменится температура воздуха, атмосферное давление или содержание углекислого газа, и тотчас из воды начинают выделяться и оседать на стенках и потолках пещер мельчайшие известковые частицы. От повисшей на выступе скалы капли начинает расти каменная



РНС. 10.
Бухточна в известняках побережья попуострова Казантип, Крым. Возникла при разрушании барага морским прибоем.

сосулька — сталактит. Обрываясь с его кончика и разбрызгиваясь иа полу пещеры, оиа порождает столб, растущий вверх — сталагмит. Миллиоиы капель за сотни тысяч лет создают неповторимые украшеиия карстовых пещер: громадиые колоииы и ажурные драпировки, отвесиые сталактиты-трубки и причудливо изогиутые таииствеииые геликтиты, изящиые известковые цветы и кружевиые оторочкн ваиночек.

Очеиь сильиое разрушеиие известияков в карстовых районах приводит к возиикиовеиию удивительиого, фаитастического рельефа, состоящего из гор коиической формы, похожих иа сахариые головы. На юге Китая в провиицни Гуаиси иаходятся одии из самых красивых по своим ландшафтам города Гуйлии и Яишо. Высота коиических гор, стремительио подиимающихся над речными долииами, достигает 200 м. Естествеииые огромиые известияковые конусы и пирамиды видиы повсюду. Гор очеиь миого, оии обособлеиы и ие соприкасаются друг с другом, иапомииая огромиый камеииый лес. Гигаитским резцом, изваявшим камеиный лес Гуйлииа, был карст. Образоваиие глубоких полостей н расширеиие их зашло так далеко, что кровля известияков оказалась иеустойчивой и обвалилась. О прежием мощиом моиолитиом массиве известияков теперь только напоминают камеииые пики Гуйлииа и Яишо.

Да и ие только в связи с карстом известияки создают живописиый



Рис. 11.
Вторая гряда Крымских гор, сложенная пластами известняков.

рельеф. Когда они лежат на глинах и по ним постепенно сползают, огромная кольцевая трещина в виде рва отделяет перемещенные и раздробившиеся известняки от коренного массива, как, например, на полуострове Казантип в Крыму (рис. 9). На морском побережье, сложенном трещиноватыми или дроблеными известняками, прибой и штормовые волны разрабатывают уютные бухточки (рис. 10). При пологом залегании мощных пластов известняков образуются куэсты — несимметричные гряды, как, например, в Горном Крыму (рис. 11). А колоссальные обвалы и отрывы глыб от многосотметровой толщи известняков на Южном берегу Крыма создали огромные обрывы в Главной гряде Крымских гор (рис. 12).

Доломиты внешне похожи на кристаллические известняки. Они отличаются особым мерцающим блеском, а выветренные поверхности бывают покрыты тонкокристаллическим порошком. Чтобы определить, имеем ли мы дело с известняком или доломитом, нужно образец горной породы проверить кислотой (хотя бы уксусом): известняк бурно реагирует с кислотой и от обильных пузырьков углекислого газа как бы вспенивается; на образец доломита кислота не действует, тонко растертый порошок слабо реагирует с выделением пузырьков газа.

По своему происхождению доломиты довольно разнообразны. Одни из них непосредственно выкристаллизовались в морских заливах и лагу-



РИС. 12.
Скалистые обрывы известняков Главной гряды Крымских гор (на дальнем плане), урочище Джурла.

нах с повышенной соленостью. Другие сформировались при окаменении карбонатного осадка сложного состава. Случалось и так, что доломит образовывался при действии растворов на уже окаменевший известняк.

Карбонатные породы широко используются в металлургической промышленности, при изготовлении стекла, для очистки сахара, в строительстве и сельском хозяйстве. При плавке руд известняки и доломиты нужны как флюсы — из расплавленной руды они забирают вредные примеси и переводят их в шлак. Кроме того, доломит — прекрасный огнеупорный материал с температурой плавления около 2300°. Известняк в смеси с глиной идет на изготовление цемента. В химической промышленности известняк и продукты его обжига необходимы для получения карбоната кальция, едкого натрия и других веществ. В сельском хозяйстве он используется для улучшения подзолистых почв. Наконец, известняки издавна применяются в строительстве. Старинная Москва была построена из превосходных местных белых известняков и за светлые и радостные тона зданий была прозвана «белокаменной».

Подземные склады солей

Здесь пойдет речь о скоплениях в недрах земли растворимых в воде минеральных солей. Соляные породы состоят из галоидных и сернокислых соединений натрия, калия и магния. Это каменная соль ($NaCl$), гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), ангидрит ($CaSO_4$) и другие. Поскольку они легко растворимы в воде, на первый взгляд трудно представить, как соли сохранились в течение огромных промежутков времени в сотни миллионов лет.

Минеральные соли образуются в строго определенных условиях, а именно, в сухом и жарком климате при испарении концентрированных растворов. В какой-то момент растворы становились пересыщенными и тогда из них друг за другом выпадали соли. При испарении морской воды минералы кристаллизуются в следующем порядке: сначала выделяются карбонаты, затем гипс и ангидрит, потом каменная соль вместе с сернокислым кальцием и магнием, и в последнюю очередь — хлориды калия и магния.

Чтобы возникло соляное месторождение, необходимо испарить огромное количество воды. Подсчитано, что для образования трехметрового пласта гипса нужно испарить толщу морской воды 1200 м. В море концентрация солей недостаточна для кристаллизации и поэтому соли не выпадают в осадок. Они выделяются в лагунах — обособленных от моря мелководных водоемах. В условиях засушливого климата вода быстро испаряется и концентрация солей в лагуне возрастает. Потеря воды восполняется ее постоянным притоком через песчаный вал. Соли выпадают в основном зимой, так как низкие температуры способствуют пересыщению раствора.

Для образования соляных месторождений нужны не только подходящие климатические и географические условия, но и соответствующие геологические. Месторождение возникает только тогда, когда дно

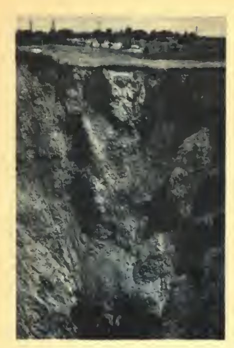


Рис. 13.
Провал над размытой в глубине каменной солью. Солотвино, Закарпатская область.

лагуны постепенно опускается и накапливается мощная соленосная толща. Но образовавшаяся толща должна быть еще перекрыта не пропускающими воду горными породами, своего рода «крышей», предохраняющей ее от растворения. Сочетание всех этих условий — редкий случай, поэтому до нашего времени сохранилась только небольшая часть соляных богатств прошлого.

Из минеральных солей наиболее известна каменная соль. Она бывает водяно-прозрачной, желтой, розовой, красной, голубой, серой; часто образует сплошные зернистые массы, а иногда и красивые сростки кристаллов. Каменная соль не очень твердая, блеск у нее стеклянный.

У каменной соли есть одно удивительное свойство. Хотя она твердая и образует кристаллы, но под большим давлением этот материал течет. Более полувека назад известные ученые Н. С. Курнаков и С. П. Жемчужный поместили соль в металлический цилиндр и, сжимая, продавили ее, словно смолу, через небольшое круглое отверстие внизу прибора. Давление, при котором соль проходила через отверстие диаметром 2,86 мм при диаметре поршня 8,66 мм, было равно 7200 кг на 1 см^2. Вытекала соль со скоростью 0,00037 см/сек.

Пластичность каменной соли под давлением в сочетании с ее меньшим удельным весом (2,13) по сравнению с окружающими обломочными породами (в среднем 2,30) ведет к любопытнейшим явлениям в земной коре. Каменная соль под давлением мощных толщ горных пород становится пластичной и как более легкая постепенно всплывает, образуя соляные вздутия, штоки и валы. Такие приподнятые скопления каменной соли получили общее название соляных куполов. Соляные купола образуются там, где в недрах земли залегают соляные толщи. Когда сминается земная кора, вместе с ней сминаются в складки и соляные толщи. С течением времени купол растет все выше и иногда выходит на поверхность. В нашей стране соляные купола широко распространены в междуречье Урала и Эмбы, на Украине — в Предкарпатье и Полтавской области. Рост соляных куполов идет медленно и растягивается на несколько геологических периодов, т. е. отрезки времени в 150—200 млн. лет.

В местах, где на глубине находятся залежи каменной соли, иногда случаются провалы. Причина их — легкая растворимость соли. Подземные воды оставляют после себя пустоты и пещеры, после обрушения кровли которых образуются глубокие воронки (рис. 13). В этих неожиданно возникающих провалах исчезают дома и дороги, цветущие сады.

На человека, впервые увидевшего соляной карст, сильное впечатление производят блестящие, словно покрытые лаком, соляные утесы, кратерообразные котловины, соляные сталактитовые пещеры. Особенно поражают пещеры, на дне которых журчат соленые ручьи с бурными каскадами водопадов. Потолки и полы таких пещер часто украшены натеками причудливой формы.

Подземные разработки каменной соли в Артемовске и Солотвино (Украина), Илецке (Прикамье) и в других местах представляют собой громадные камеры и галереи длиной в десятки километров. В Величке (Польша) в толще каменной соли находится музей — настоящий город, состоящий из множества улиц, площадей, церквей и часовен.

Легкая растворимость каменной соли давно используется человеком. Подавая воду в недра через буровые скважины, растворяют соль и получают рассолы, необходимые соляной и химической промышленности. Возникающие искусственные подземные полости можно использовать для хранения нефтепродуктов. А в Артемовске заброшенные соляные шахты, где температура всегда одинакова, используют как овощехранилища. В них на зиму закладывают тысячи тонн помидоров, огурцов и капусты.

Каменная соль — не только необходимый пищевой продукт, но и важное сырье для химических заводов, вырабатывающих соду, соляную кислоту и хлор.

Гипс встречается в виде мелкозернистых или плотных просвечивающих масс снежно-белого, серого, желтого и других цветов. Отдельные кристаллы, встречающиеся, например, в глинах, бесцветны, и прозрачны как стекло. Селенит — волокнистая разновидность гипса с красивым шелковистым отливом.

Гипс мягкий, легко царапается ногтем. Он широко используется для получения вяжущих материалов. Для этого применяют жженый гипс, предварительно нагретый до 120—180° и потерявший часть воды. Смешиваясь с водой, он поглощает влагу и быстро затвердевает, превращаясь в прочную массу. Поэтому жженый гипс издавна применяется для получения отливок в штукатурных работах, а также в хирургии. Обычный гипс применяется в бумажной промышленности как наполнитель для изготовления лучших сортов писчей бумаги. Нужен гипс и сельскому хозяйству для улучшения солонцеватых почв.

Алебастр (так называют мелкозернистый гипс) нежно-желтого цвета просвечивает, его украшает изящный узор причудливых жилок и неясно очерченных пятен, придающий особую красоту изделиям из этого недорогого камня. Особенно его широко применяли в архитектуре и скульптуре Ассирии. Из него высекали крупные фигуры богов и царей, колоссальных львов и крылатых быков с человеческими головами.

Солнечный камень и сок земли

Горючие осадочные породы органического происхождения многим хорошо известны. Это торф, бурый и каменный уголь, антрацит и нефть. Образование торфа, бурого и каменного угля из растений очевидно. В торфе растительные остатки сохранились превосходно, в буром угле они обнаруживаются без особого труда, в каменном угле встречаются окаменевшие стволы деревьев, корни, веточки и листья. Угли образовались из растительных остатков в течение многих миллионов лет под влиянием сложных физико-химических процессов. При превращении торфа с хорошо сохранившимися растительными остатками в каменный уголь происходило сильное сокращение первичной мощности пласта (в 6—7 раз).

Уголь часто называют солнечным камнем. Это название связано с удивительным процессом в растениях — фотосинтезом. В ходе фотосинтеза зеленые растения создают углеводы из углекислоты воздуха и воды, всасываемой из почвы корнями, при помощи солнечной энергии, поглощаемой хлорофиллом. Вот и получается, что солнечная энергия переходит в углеводы растений, накапливаясь в них в виде потенциальной химической энергии. Углефицированный растительный материал становится своеобразной «солнечной кладовой».

Бурый или каменный уголь образуется не сразу, а в несколько этапов. Известный знаток углей Ю. А. Жемчужников сравнивал образование твердых горючих горных пород из растений с многоактным спектаклем. Вот как развивается действие в этом спектакле.

Акт первый — превращение растительного вещества в торф. Место действия — болото, время — тысячелетия, обстановка — земная поверхность.

Во втором акте несколько картин. Вначале торф превращается в бурый уголь, затем — бурый уголь в каменный, и, наконец, последний — в антрацит. Место действия — пласт горной породы, погребенный под толщей других пород. Время — миллионы лет. Обстановка — недра Земли, все более глубокие, со все возрастающим давлением и повышающейся температурой.

Значение угля в народном хозяйстве очень велико. И сейчас, несмотря на огромную добычу нефти, горючего газа и быстрое внедрение атомной энергии, уголь играет большую роль в топливно-энергетическом балансе нашей страны. Его сжигают на тепловых электростанциях, используют в металлургической промышленности. Чугун нельзя плавить без кокса, получаемого при нагревании некоторых сортов угля без доступа воздуха. Из попутно образующейся каменноугольной смолы путем химической переработки получают краски, химикаты, синтетические ткани, искусственное топливо, лекарства и множество других веществ. Разрабатываются способы газификации угля под давлением кислородно-паровой смеси в неподвижном и кипящем слое, исследуется скоростная карбонизация с использованием источников высокой энергии — лазеров и плазменных форсунок.

Зола, остающаяся от сжигания угля,— ценный продукт. Ее широко

используют для изготовления искусственных строительных материалов. В золе некоторых углей содержатся редкие химические элементы, из нее получают иттрий, скандий, галлий и т. д.

Встречаются и такие твердые горючие породы, в которых углистый материал сильно «разбавлен» минеральными примесями. Это — горючие сланцы, похожие на сланцеватый коричневый камень. В сухом виде они загораются от спички и горят коптящим пламенем. В нашей стране горючих сланцев больше всего добывают в Эстонии. В эстонских сланцах горючее вещество составляет около 40 %, остальное приходится на минеральный материал.

Горючие сланцы представляют собой замечательное химическое сырье. Из них вырабатывают топочный мазут, электродный кокс, печатную олифу, дубитель для кожи, серу, лаки, моющие вещества, толуол, бензол и многое другое.

Нефть отличается от всех других полезных ископаемых (за исключением подземных вод) тем, что находится в жидком состоянии. Поэтому иногда называют ее соком земли. Это горючая маслянистая жидкость со своеобразным запахом и цветом, меняющимся в зависимости от состава от темно-бурого до светло-желтого.

Уже многие десятилетия ученые ведут ожесточенные споры о происхождении нефти. По этому вопросу давно сложились две основные точки зрения. Согласно первой, нефть возникла в результате преобразования органических остатков, тогда как сторонники второй считают, что нефть образовалась неорганическим путем.

В настоящее время большинство нефтяников — сторонники органического происхождения нефти. Они считают, что органические остатки вместе с глинистым материалом образовали желатиноподобный ил — сапропель, накапливавшийся на дне замкнутых и полузамкнутых бассейнов и прибрежных частей открытых морей. Затем изменялся режим бассейнов, прекращалось накопление сапропеля и начиналось отложение песков, илов и иных осадков. Так сапропелевый материал оказался погребенным. В захороненном состоянии в нем под влиянием давления и повышенной температуры продолжалось разложение. Органическое вещество превратилось в жидкие и газообразные углеводороды. В недрах Земли, не имея выхода на поверхность, углеводороды скапливались и со временем превращались в нефть.

Дальнейшая судьба этих продуктов связана с их передвижением в горных породах. Нефть, газы и вода по поровым участкам и трещинам проникали в вышележащие пески, песчаники, известняки и другие породы. Такие горные породы называют коллекторами (собирателями) нефти. Вместимость коллекторов бывает очень большой. Суммарный объем пустот достигает 18—25% объема породы, а это значит, что 1 $м^3$ коллектора может вместить 135—190 л нефти. Нефть и сопровождающий ее газ из-за разницы удельных весов заняли разное положение. Вода как самая тяжелая оказалась в нижней части коллектора, нефть — над ней, а в верхней части разместились самые легкие продукты разложения органического материала — газы.

Нефть в глубинах Земли не соприкасается с кислородом воздуха, энергичным окислителем, и в таком «законсервированном» состоянии сохраняется в течение многих геологических периодов. Если к залежам нефти поступит кислород, она окислится и превратится в асфальт.

Сторонники неорганического происхождения нефти полагают, что нефть и горючие газы образовались путем химических реакций в глубинах Земли. Основы этой теории были заложены Д. И. Менделеевым. В наше время считают, что нефть возникла из углеводородов, медленно выделявшихся из застывающей магмы на глубине, или даже из глубинных частей планеты, теряющих заключенные в них газы. В подтверждение этой гипотезы приводят, например, наблюдения на Кольском полуострове. В Хибинском апатитовом руднике, заложенном в магматических породах, обнаружили струи горючего газа, поднимавшиеся с глубины со свистом и шумом. Подсчитано, что в 1 кг горной породы заключено в трещинах и порах 230 см³ углеводородных газов. Если учесть, что Хибинский массив магматических пород протягивается на десятки километров и уходит вглубь по крайней мере на несколько километров, то можно себе представить, какое в нем заключено огромное количество нефтяных газов!

Сторонники абиогенного происхождения нефти, доказывая свою правоту, приводят примеры находок нефти в трещинах магматических пород на дне Индийского океана, а также в горячих источниках в кратере вулкана на Камчатке. Выделения нефти различного состава найдены в горячих источниках знаменитого Йеллоустонского парка в США, связанных с деятельностью затухающих вулканов. Мысль о проникновении извне нефти органического происхождения в вулканический канал приходится оставить, ведь давление в жерле вулкана в любом случае выше, чем в окружающих породах.

Извечный спор «органиков» и «неоргаников» о происхождении нефти не закончен и с каждым новым достижением науки становится острее.

Смола веков

Много поэтических названий получил этот удивительный камень. Его называют священной смолой, затерянной богами, каменным соком, окаменевшими слезами сестер Фаэтона, осколками стен замка красавицы Юрате, дочери морского царя. Положите на ладонь несколько кусочков этого чудесного камня. Они очень легкие. В одном из них, цвета молодого майского меда, застыло, распластав крылышки, насекомое. В другом — спряталось, будто пронизанное яркими лучами солнца, дымчатое облачко. Имя этому прекрасному камню — янтарь.

Еще в середине XVIII в. бытовало много домыслов о природе янтаря. О нем говорили, например, как о морской пене, застывшей под теплом солнечных лучей, или как о нефти, окаменевшей на дне моря, или как о затвердевшей икре неизвестных рыб. Только М. В. Ломоносов окончательно доказал происхождение янтаря из смолы ископаемых деревьев, как предполагали еще философы древности.

Янтарь возник из смолы хвойных деревьев, живших 35—40 миллионов лет назад. Деревья при глубоком повреждении коры обильно выделяли живицу — смолистый сок. В ее состав входят скипидар, вода и смоляные кислоты. В теплом субтропическом климате того времени вода и легколетучий скипидар испарялись, а смола затвердевала на деревьях в виде наростов.

Смола химически очень устойчива, ее не разрушали влага, тепло и воздух. Проходили века, деревья погибали, сгнивали, а смола сохранялась и накапливалась в земле. Там она окаменела и превратилась в янтарь. Его находят в виде застывших капель, сосулек, желваков и кусков разнообразной формы.

Одно из крупных месторождений янтаря находится на побережье Балтийского моря у поселка Янтарный под Калининградом. Янтареносный слой голубой на вид земли толщиной до 3 м залегает на обширной территории. Берег моря размывается волнами и куски ценного камня иногда выбрасываются на берег. Действующий здесь янтарный комбинат дает в год до 350—380 т золотистого камня.

Известен янтарь и на Украине. Находят его в северо-западных частях республики (Волынской, Ровенской и Житомирской областях) и в Приднепровье (Киевской, Днепропетровской и Херсонской областях). Янтарь встречается в белых и зеленых песках третичного возраста в виде желваков и неправильной формы кусков; самые крупные из них весят до 1 кг.

Янтарь — очень своеобразный полудрагоценный камень. По красоте расцветок он занимает особое место. Известно более двухсот видов янтаря, различающихся по оттенкам. Но более всего распространена золотисто-желтая окраска.

Янтарь издавна использовался как материал для украшений. Уже в погребениях каменного века найдены амулеты, бусы и другие изделия из янтаря. В древности наряду со слоновой костью он был излюбленным материалом у ювелиров. Особенно высоко ценился янтарь в Риме при Нероне. Как повествует Плиний Старший, в то время маленькая фигурка из ископаемой смолы стоила намного дороже, чем раб.

В средневековой Европе янтарь шел почти исключительно на изготовление молитвенных четок. Расцвет янтарного ремесла начался только в XVII—XVIII вв. Тогда из янтаря вырезали такие великолепные вещи, как рельефные картины, богато украшенные резьбой рамы, светильники, шкатулки, ящички, табакерки, вазы, кубки, чаши и другие предметы, которые и сейчас вызывают восхищение. Лучшие из них можно увидеть в Оружейной палате Кремля.

Настоящий шедевр из этого камня — Янтарная комната в Екатерининском дворце-музее в Пушкине близ Ленинграда. Стены огромного дворцового зала были облицованы мозаикой из полированных кусочков янтаря, картины висели в янтарных рамах. Многочисленные барельефы, бюсты, вазы и другие предметы были также янтарными. Во время Великой Отечественной войны Янтарную комнату похитили фашистские захватчики.

В наше время из лучших сортов янтаря изготовляют различные художественные изделия. Это изящные фигурки, мундштуки, кольца, кулоны, ожерелья, браслеты и другие укра-

шения. Из янтарных отходов (стружки, мелкой россыпи и пыли) получают такие ценнейшие продукты, как сырье для янтарного лака, кислоты, янтарное масло.

Из плавленого янтаря готовят чудесный лак: поверхность пианино, покрытая им, многие десятилетия сохраняет ровный сияющий блеск. Днище морского корабля, покрашенное янтарной краской, не обрастает моллюсками. Консервная жесть, покрытая янтарным лаком, абсолютно устойчива против коррозии. Янтарь — прекрасный электроизолятор и используется при изготовлении различных физических приборов и в радиотехнической промышленности.

ГРАНИТНАЯ СЕМЬЯ

Гранит был уже в давнее время достопримечательной породой и остался таковой до нынешних дней.

И. ГЁТЕ

Здесь пойдет речь о горных породах, резко отличающихся от осадочных. Это разнообразные и широко распространенные породы, возникшие из гранитной магмы. Их роль в строении земной коры настолько велика, что все петрографы придают им исключительное значение, считая гранитную магму одной из немногих родоначальных магм. Из нее различными путями возникли многие магматические породы. Одни из них образовались на поверхности, например липариты, кварцевые порфиры, вулканические стекла. Другие застыли на глубине в виде гранитов.

Когда магма прорвалась на поверхность

Гранитная магма как никакая другая содержит много кремнезема (до 70—75 %), поэтому она вязкая и с больших глубин только изредка прорывалась на поверхность. Вот почему вулканические породы, образовавшиеся из гранитной магмы, распространены гораздо меньше гранитов и на поверхности встречаются довольно редко. По данным профессора С. П. Соловьева, вулканические породы, возникшие из гранитной магмы, занимают всего 13,5 % от площади распространения магматических пород в нашей стране, тогда как на долю гранитов — пород, застывших на глубине, приходится 48,7 %. В геологии такие лавы называют «кислыми». Название это, конечно, не отражает их вкусовых качеств. Оно связано с высоким содержанием кремнезема в лавах, его настолько много, что он не только насыщает все

основания, но и остается в избытке в виде свободного кремнезема (чаще всего кварца). А кварц можно рассматривать как ангидрид кремниевой кислоты.

Другая очень важная особенность кислых лав — небольшое количество магния и железа, т. е. элементов, характерных для темноокрашенных минералов. К тому же железо и магний значительно тяжелее кремния, алюминия, калия, натрия и других элементов. Этим объясняется светлая окраска кислых вулканических пород и их сравнительная легкость.

Когда в геологической литературе идет речь о кислых вулканических породах, часто встречается слово «порфир». Оно не имеет отношения к порфире — пурпурного цвета мантии, одевавшейся монархами в торжественных случаях. Но косвенная связь есть и заключается она в том, что некоторые вулканические породы окрашены также ярко, как и пурпурная мантия. Нужно еще добавить, что порфиры, как и огромное большинство вулканических пород, обладают характерной структурой (строением), которую называют порфировой.

В кислых вулканических породах во вкрапленниках чаще всего видны кристаллы серого кварца и прозрачного полевого шпата с блестящими гранями. Такие породы называют липаритами. Образовались они в последний этап геологической истории. Если вулканические породы пережили сложную историю и «состарились», что запечатлено в потускневших вкрапленниках полевого шпата, тогда их называют кварцевыми порфирами.

Не только кислые, но и другие вулканические породы принято делить на «юные», еще не затронутые «превратностями» геологической жизни, и «старые», перекрытые более молодыми толщами и изменившиеся под действием циркулировавших по ним подземных растворов.

Нередко случается, что лава настолько быстро застывает, что атомы и группы атомов не успевают собраться в постройки с правильным внутренним строением — кристаллы. Тогда в застывшей лаве сохраняется неупорядоченное строение, свойственное жидкости. Получается вулканическое стекло, которое по существу представляет собой переохлажденную, чрезвычайно вязкую лаву.

На примере вулканического стекла легко проследить связь между внутренним строением горной породы и ее свойствами. В отличие от кристаллов с их правильным расположением ионов или других элементарных частиц и соответственно способностью раскалываться вдоль некоторых плоскостей (вдоль них внутренние силы слабее всего), стекла лишены этого свойства из-за неупорядоченного внутреннего строения. Вот почему при ударе они разбиваются на куски неправильной формы с гладким изломом и острыми краями. Эта особенность вулканического стекла была очень хорошо известна первобытному человеку и широко использовалась при изготовлении оружия и орудий труда.

В кислой магме растворено много различных газов. Когда магма подходит к поверхности и внешнее давление сильно уменьшается, из расплава начинается бурное выделение газов. В одних случаях они только вспенивают лаву и тогда после засты-

вания образуется очень пористая вулканическая порода — пемза, своего рода каменная пена. Пустот в ней так много, а каменные перегородки настолько тонкие, что пемза становится необыкновенно легкой. Ее объемный вес меньше единицы и она плавает на воде. Небезынтересно, что кубический метр пемзы весит всего 300—350 кг, тогда как такой объем плотной лавы — не менее 2,5 т. Перегородки, разделяющие поры в пемзе, состоят из вулканического стекла и, значит, достаточно крепкие, с режущими краями. Поэтому пемза издавна используется как абразив для обработки дерева, кожи и других не очень твердых материалов.

Нередко при извержении вулкана давление газов настолько велико, что лава распыляется, а застывшие участки дробятся на глыбы и куски. Этот обломочный материал вулканического происхождения может выбрасываться на высоту нескольких километров. Глыбы и крупные обломки падают около места взрыва, а мелкий материал в виде вулканического песка и пыли подхватывается ветром и уносится за сотни и даже тысячи километров.

Таким путем из обломочного материала вулканического происхождения образуются своеобразные породы. По природе каменного материала они сходны с вулканическими породами, а по способу накопления напоминают осадочные. Общее название таких пород — пирокластические, что в переводе с древнегреческого значит состоящие «из обломков огненного происхождения». Сначала это рыхлый материал, а когда он слежится и сцементируется, возникнут плотные породы. Их называют вулканическими туфами.

Пирокластические породы очень разнообразны и среди них есть и такие, которые по внешнему виду похожи на лавы. Всего лишь несколько десятков лет назад была раскрыта тайна происхождения огромных толщ горных пород, встречающихся в Армении, Средней Азии, на Дальнем Востоке, Северном острове Новой Зеландии, в Северной Америке и других местах. Удивляло, что эти породы, принимавшиеся за кислые лавы, занимают огромные площади в тысячи квадратных километров, а их мощность измеряется многими сотнями метров. А ведь хорошо известно, что кислая лава вязкая и не способна растекаться на большие расстояния. Детальное изучение толщ показало, что они образовались при мощных взрывах сильно нагретой лавы, ее капли и кусочки падали на поверхность Земли в пластичном состоянии и сливались в компактную массу. «Сваренные» туфы назвали игнимбритами, что в переводе с латинского значит «образованные огненным ливнем».

Игнимбриты возникли при особого рода вулканических извержениях, когда по земной поверхности в облаках раскаленного газа неслись капли и куски пластичной лавы. Такие извержения не происходили в историческое время.

Игнимбриты — прекрасный естественный строительный материал. Они легко поддаются скульптурной обработке, у них удивительно красивая расцветка — на красном, оранжевом и коричневом фоне во многих местах видны черные пятна. Игнимбриты нашли широкое применение в строительстве. В столице Армянской

ССР Ереване можно любоваться новыми широкими улицами и проспектами, застроенными оранжево- и коричнево-красными многоэтажными домами из игнимбритов. Особенно красив ансамбль зданий на площади им. Ленина, впитавший в себя традиционные особенности древней армянской архитектуры.

Декоративными бывают и кислые лавы, и тогда они служат прекрасным материалом для изготовления художественных изделий. На Урале, в окрестностях старинного города Невьянска, у села Аятское издавна добывают нарядный камень. Камнерезы назвали его аятским порфиром. Он широко использовался Петергофской и Екатеринбургской гранильными фабриками. Цветная палитра аятского порфира удивительно разнообразна: здесь светло-зеленый камень с белесоватыми прожилками, желтоватый с зелеными пятнами, зеленый с черными крапинками, черный, дымчатый и т. д. По своей природе аятский камень — кварцевый порфир, его декоративная внешность создана крупными вкрапленниками сероватого и желтоватого полевого шпата и секущими породу цветными минеральными жилами.

Когда магма застыла на глубине

Гранитная магма, застывая на глубине, превращается в граниты. Они необыкновенно широко распространены. В современном строительстве гранитам принадлежит очень большая роль. Достаточно, например, указать, что на облицовку новых московских мостов потребовалось около трех тысяч вагонов гранита!

Гранит не только красивый, но и надежный, крепкий и прочный камень, именно поэтому на фундаментах из него покоятся самые тяжелые и большие здания. Гранитная щебенка лежит в основании автострад. Брусчаткой из гранита выложены улицы многих городов.

Замечательные свойства гранита как строительного и облицовочного материала связаны с его минеральным составом и строением. Порода состоит в основном из трех минералов: кварца и двух видов полевых шпатов (калиевого и плагиоклаза). В небольшом количестве встречаются слюда и роговая обманка.

Окраска породы определяется цветом породообразующего минерала — калиевого шпата. Есть граниты серые, розовые, мясо-красные, коричневые, зеленые и даже синевато-серые и почти черные. Калиевый шпат — твердый минерал, поэтому при полировке гранита получается гладкая зеркально-блестящая поверхность. Особенно привлекательны грубозернистые граниты, своим видом напоминающие цветную мозаику с причудливым рисунком.

Связь между минеральным составом гранитов и их внешними свойствами понятна. Но по каким признакам петрограф устанавливает образование гранита из магмы? Этот вопрос очень интересный и, отвечая на него, мы введем читателя в круг одной из важнейших проблем современной петрографии.

О существовании гранитной магмы убедительно свидетельствуют кислые лавы, извергавшиеся вулканами во

все периоды геологической истории. А это значит, что в недрах Земли находятся очаги кислого силикатного расплава. Когда кислая магма покидает «родительское лоно» и, не дойдя до поверхности, задерживается и медленно кристаллизуется, образуется полнокристаллический гранит. Естественно, что в нем нет ни вулканического стекла, ни мельчайших кристалликов, образующихся при быстром охлаждении.

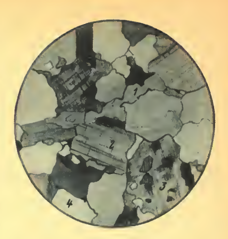


РИС. 14.
Шлиф гранита под микроскопом.
1 — слюда, 2 — калиевый шпат, 3 — плагиоклаз, 4 — кварц.

Магматический гранит можно узнать под микроскопом. Изучая шлиф породы, мы заметим, что разным минералам в разной степени присущи свойственные им формы кристаллов (рис. 14). Одни из них правильной формы (слюда) и, значит, образовались рано, когда в расплаве не было других минералов, которые бы стеснили их рост. У полевых шпатов часть контуров кристаллов естественная, другая вынужденная. Значит, полевые шпаты кристаллизовались позже, когда они смогли частично приспособиться к ранее появившимся минералам. А кварц не имеет свойственных ему контуров. Значит, кварц самый «младший» среди минералов гранита, он кристаллизовался из расплава последним и занял оставшееся на его долю пространство.

О возникновении гранита из магмы свидетельствуют также его секущие контакты с окружающими породами. Они указывают на то, что вещество, из которого возник гранит, было жидким и внедрялось в трещины. Подвижное состояние этого материала также доказывают обломки боковых пород в граните.

Гранитная магма была сильно нагретой. Об этом убедительно говорят глубокие изменения в породах, окружающих массивы гранитов. Они изменены до неузнаваемости, перекристаллизовались и превратились в метаморфические породы (роговики). Петрографы пришли к выводу, что гранитная магма затвердевала при температуре около 600—700°.

Нередко в массивах гранитов встречаются обломки чужеродных пород — ксенолиты. Они привлекают пристальное внимание исследователей, так как дают возможность заглянуть в недра Земли. По ксенолитам можно судить о горных породах, через которые прошла магма и обломки которых захватила с собой. Особый интерес вызывают граниты, переполненные закономерно расположенными ксенолитами. Полосатость гранитов и удлинение ксенолитов изменяются определенным образом от места к месту, намечая положение древних слоистых толщ, часто сложно

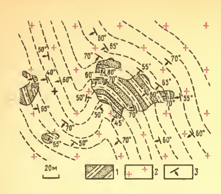


РИС. 15.
Обломки песчанниково-сланцевой толщи в Нарымском гранитном массиве, на месте которой образовался гранит. По Р. М. Слободскому. 1 — измененные при высокой температуре обломки песчанниково-сланцевой толщи, 2 — граниты, 3 — направление наклона слоев обломков в песчаниках и сланцах.

изогнутых (рис. 15). Через гранит как бы «просвечивают» древние, существовавшие до них горные породы. Просвечивающие структуры говорят о том, что гранитная магма застыла на месте своего образования, не успев переместиться в более высокие горизонты земной коры. Но граниты образуются не только из магмы. Еще в середине XIX в. родились идеи о немагматическом происхождении гранитов. Теперь известно, что немагматические граниты широко распространены в древнейших участках земной коры, сложенных докембрийскими кристаллическими гнейсами и сланцами. Здесь гранитные породы тесно переплетаются с метаморфическими, образуя сложные породы — мигматиты. Увеличение гранитного материала приводит к тому, что мигматиты становятся неяснополосчатыми и переходят в граниты с расплывчатыми остатками первичных пород.

Вещество немагматического гранита никогда не было жидким, на его месте находился инородный материал, который в твердом состоянии превратился в гранит. Процесс преобразования негранитного вещества в гранит называется гранитизацией, или трансформацией. Сторонники этой теории установили, что характерные минералы гранитов — калиевый шпат и плагиоклаз, богатый натрием,— иногда образуются в песчаниках, сланцах и даже в таких однообразных по составу породах, как кварциты. Это на первый взгляд странное явление — наличие крупных правильных кристаллов, никогда не образующихся в осадочных породах,— объясняется переработкой их вещества газами и растворами, поднимавшимися из недр Земли. Газы и растворы пропитывали песчаники, сланцы и другие негранитные породы и образовали в них крупные кристаллы калиевого шпата и плагиоклаза. Так возникли горные породы, очень похожие на магматические граниты.

И все же немагматические граниты по ряду признаков отличаются от магматических. Наблюдая их взаимоотношение с окружающими породами, мы заметим, что они не внедрялись в них и не изменяли их. В шлифах под микроскопом видно, что очертания зерен минералов неправильные, без характерных для них контуров. И это понятно, ведь гранитизированные породы возникли в твердом состоянии, а слагающие их минералы кристаллизовались не в определенной последовательности, как в магме, а одновременно.

Как мы видим, граниты вызывают очень большой научный интерес. Вместе с тем они очень важны в жиз-

ии человека. С гранитами связаны месторождения золота, серебра, вольфрама, молибдена, олова и многих других ценных металлов. В последнее время выяснилось, что и сам гранит может использоваться как руда редких элементов. Точнейшие спектральные и химические анализы показали, что в гранитах содержатся почти все элементы таблицы Менделеева. Известно, что в одном кубическом километре гранита находится лития 112 000 т, урана 10 000 т, ниобия 84 000 т. Еще 15—20 лет назад мысль о добыче редких элементов из гранита могла показаться фантастической. Но в наше время техника позволяет выделить из гранита минералы редких элементов и поэтому гранит стал кладовой мало распространенных элементов. В Бразилии из гранита получают тантал, в Африке ниобий, а в недалеком будущем гранит станет обычной комплексной рудой. Из минералов-примесей будут получать редкие элементы, а оставшиеся после обогащения полевой шпат и кварц найдут широкое применение как сырье для изготовления разнообразной керамики и стекла.

Когда магма обогащена газом

При застывании магмы не сразу возникает массив твердого гранита. Сначала с краев появляется твердая оболочка, она постепенно разрастается внутрь и «оттесняет» к середине остаток гранитного расплава. Меняется при этом и сам расплав, в нем становится все больше газов (ведь они почти не входят в состав выкристаллизовавшихся минералов). Так образуется легкоподвижный расплав, богатый парами и газами. В одних случаях он остается на месте и застывает среди гранитов. В других случаях расплав покидает массив и застывает в окружающих породах в виде жил и линз. Так из остаточной гранитной магмы образуется особая порода — пегматит, состоящая главным образом из полевого шпата и кварца.

Интересно, что всем пегматитам свойственны некоторые общие особенности. Прежде всего, эти породы всегда крупнозернистые и даже гигантозернистые. Нередко кристаллы полевого шпата прорастают кристаллами кварца клиновидной формы, напоминая клинопись древних народов. Именно этой особенностью объясняются другие названия пегматитов — «письменный», «еврейский» и «рунический» камень.

Кристаллы некоторых минералов в пегматитах в длину нередко достигают нескольких десятков сантиметров, а иногда и более метра. Так, в пегматитах Северной Карелии, разрабатываемых для извлечения из них полевого шпата как керамического сырья, длина кристаллов кварца достигает 1,5 м. В норвежских пегматитах были встречены кристаллы калиевого шпата длиной до 10 м и весом около 100 т. В начале прошлого века в Ильменских горах на Урале нашли настолько огромный кристалл калиевого шпата, что в нем заложили каменоломню.

Размер пегматитовых жил, линз и скоплений неправильной формы гораздо меньше гранитных массивов. Лишь в некоторых случаях, например

в бассейне р. Мамы в Восточиой Снбирн, встречаются крупные площадн в несколько квадратных кнлометров, состоящне нз пегматитов. Но пегматиты здесь не «чнстые», они как бы пропнтывают граниты н гнейсы.

К пегматнтам издавиа прнковано внимание геологов н минералогов, потому что некоторые мннералы и химнческне элементы, очеиь редкне в граннтах, в пегматитах как бы «сконцентрнрованы» и могут представлять богатую руду. Особый ннтерес вызывают минералы с редкнмн землямн нлн радноактнвнымн элементами. Это, например, ортнт, в котором содержание элементов редкнх земель достнгает 3%. Можно также упомянуть мннералы бернллия, лития н ряда других элементов, которые обычно отсутствуют в граннтах н других магматическнх породах. Все это позволяет счнтать пегматнты продуктамн затвердевання не самой магмы, а ее остатка, обогащенного газами. О большой ролн газов в пегматнтовом расплаве говорят встречающнеся в пегматнтах мннералы, содержащне различные летучие вещества. Это фтор- н борсодержащнй турмалнн, топаз (в его состав непременно входят фтор и вода), слюда (ее непременной частью является вода) н ряд другнх мннералов. Образование пегматнтовых жнл происходило прн температуре 500—700°, т. е. несколько нниже, чем гранитов.

Пегматнты нмеют нсключительную промышленную ценность. Из них добывают слюду, полевой шпат, горный хрусталь, различные драгоценные камни, в том чнсле бернлл, нзумруд, аквамарнн, рубин, сапфнр, топаз, аметист н др.

Полевой шпат иекоторых пегматитов очень красив н нспользуется как поделочный камень. Это так называемый амазонский камень или амазоннт — голубовато-зеленая разновидность калиевого шпата. С давних пор он получнл заслужеииую нзвестность в камнерезном деле, а художественно-декоративные нзделия нз этого понстине чудесного камня всегда прнвлекали к себе большое винмаине.

Амазонит в Россин стал нзвестеи в 1784 г., когда на Южном Урале в Ильмеиских горах обнаружнлн пегматнтовые жнлы с зеленым камием. Минерал с необыкновенно приятной окраской быстро завоевал снмпатнн любнтелей декоратнвиого камия и стал одним нз важнейших поделочных камней. В Государствеином Эрмнтаже в Леиннграде храиятся велнколепные вазы, столешннцы н другие нзделия нз уральского амазонита, сделанные умельцамн Петергофской граннльной фабрики.

Амазоннт относнтся к мало распространеииым минералам. В нашей страие месторождения амазоннта, кроме Ильменских гор, иайдены на Кольском полуострове, в Прнбайкалье, Казахстане н Средией Азнн. До снх пор остается загадкой цвет амазонита. Более шестндесятн лет назад академнк В. И. Вернадский обнаружнл в амазоннте Ильменскнх гор высокую коицентрацню рубндня (до 3,12% Rb_2O), н с того времеии многие ученые считали, что присутствне нменно этого элемента вызывает окраску мннерала. Но в последние десятилетия неоднократно устанавлнвалось, что рубидий в значнтельных колнчествах встречается н в неокрашенных полевых шпатах.

Вместе с тем в некоторых амазонитах его почти нет. Значит, окраска зеленого полевого шпата не обязательно связана с рубидием.

Затем минералоги обратили внимание на то, что голубовато-зеленый цвет амазонского камня исчезает при прокаливании, а минерал приобретает невыразительную белую, светло-желтую или светло-серую окраску. Потом выяснилось, что обесцвеченному амазониту можно возвратить прежнюю окраску под влиянием рентгеновских лучей.

Пожалуй, ближе всего к разгадке окраски амазонита стоит Б. М. Шмакин. Он предполагает, что зеленая окраска минерала вызвана двумя причинами: особенностями строения кристаллов и значительным количеством элементов-примесей, прежде всего рубидия, свинца, цезия и таллия. Дело в том, что внутреннее строение амазонита максимально упорядоченное. А это значит, что ионы кремния, алюминия, калия и кислорода в кристаллической решетке расположены самым плотным образом. Элементы-примеси захватили места элементов-«хозяев» и, отличаясь от них своими размерами, нарушили энергетику кристаллов, вызвав характерную окраску амазонита.

Бедные скалы базальта!
Вам надо огню подчиниться,
Хотя никто не видел,
Как породил вас огонь!

И. ГЁТЕ

БАЗАЛЬТОВАЯ СЕМЬЯ

Базальтовая семья столь же могуча и обширна, как и гранитная. Но в отличие от последней, породы базальтового ряда образовались главным образом на поверхности Земли. Родоначальная базальтовая магма пришла с больших глубин. Она возникла не в земной коре, как гранитная, а в лежащей под ней мантии на глубинах до 150—200 км.

Породы базальтового ряда часто называют основными или базитами. Эти названия отражают характерные особенности химического состава базальтов; в них по сравнению с гранитами и кислыми вулканическими породами гораздо больше оснований. Если в гранитах количество окиси кальция около 2,0 %, магния 0,9% и железа 3,5 %, то в типичной базитовой породе — базальте содержания указанных окислов значительно выше и соответственно равны 9,6, 6,1 и 11,8 %. Вместе с тем в базитах количество кремнезема ниже, чем в кислых породах, в среднем 45—50 %. Цвет базитов темный до черного, а плотность (2,8—3,0) значительно выше, чем у гранитов (2,6—2,7).

Порода-космополит

Базальт — наиболее распространенная порода основного состава. Сотни тысяч квадратных километров покрывают базальты вместе с близкими к ним долеритами в нашей стране, в Сибири (междуречье Лены и Енисея), а также в центральной части Индостана, в провинции Карру в Южной Африке и других странах. Не такие обширные, но все же крупные скопления базальтов создали в недав-

нем геологическом прошлом вулканы Карпат, Армении, Грузии, Прибайкалья и Приморья. А вулканы побережья Тихого океана, образующие гигантское «огненное кольцо», и ныне изливают базальтовую лаву на суше и дне морей (рис. 16). Из базальтов состоят многочисленные острова, разбросанные среди океанов.

Исследования океанографических экспедиций последнего десятилетия показали, что базальтовые лавы покрывают значительную часть дна Тихого, Атлантического и Индийского океанов, перекрывая донные осадки. Океаническое дно усеяно множеством округлых в плане конических гор вулканического происхождения («гюйотов»). Некоторые из них поднимаются на несколько километров над дном океана, почти достигая поверхности воды.

Более того, по геофизическим данным установлено, что базальты и близкие к ним породы образуют сплошную оболочку в земной коре. Она подстилает дно океанов, а на континентах начинается с глубины 15—20 км. Хотя существование базальтовой оболочки было обосновано теоретически, но еще два десятилетия назад ни один петрограф не мог сказать, что он непосредственно видел породы базальтовой оболочки. Такая возможность появилась после того, как американскими учеными было проведено глубокое бурение в Тихом океане с незаякоренного судна у побережья Мексики. Скважина прошла 3570-метровую толщу воды и затем углубилась в скальные базальты. В 1961 г. после сильного шторма, нарушившего положение скважины, бурение прекратили и с глубины 186 м ниже дна океана подняли



РИС. 16.
Ключевской вулкан с паразитическим кратером Апахончич (на среднем плане). Из кратера вытек поток базальтовой лавы, распавшийся на глыбы.

базальт. Часть уникального образца преподнесли в дар Академии наук СССР. Широкое распространение базальтовой магмы на материках и в океанических впадинах свидетельствует о ее планетарном значении.

Внешне базальты представляют собой крепкую черную плотную или тонкозернистую породу. При ударе молотком она звенит, как чугунная плита. Невооруженный глаз не различает отдельные минеральные зерна и поэтому состав базальтов долгое время был неизвестен. Случалось, что за базальты принимали очень сходные с ним роговики и черные известняки.



РИС. 17.
Шлиф базальта под микроскопом.

В прошлом было много споров о происхождении базальтов. Во второй половине XVIII в. базальты считали породами осадочного происхождения. Но и в то время некоторые ученые доказывали образование базальтов из лавы. Когда геологам стали известны молодые вулканы Италии и Франции, сложенные в основном базальтами, стало ясно, что базальты «огненного» происхождения. Начавшееся в 60-х годах XIX в. изучение горных пород с помощью поляризационного микроскопа не оставило сомнений, что базальты образовались из магмы. В шлифах хорошо распознается минеральный состав и строение базальтов. Они состоят из крупных минералов, так называемых вкрапленников, и небольшого количества вулканического стекла с мелкими кристалликами минералов (рис. 17).

Главными минералами в базальтах являются плагиоклаз, пироксен и иногда оливин. Пожалуй, отчетливее всего выступают удлиненные кристаллы плагиоклаза. От других минералов плагиоклаз отличается не только характерной геометрически правильной брусковидной формой кристаллов, но и множеством правильно сросшихся пластинок (двойников).

Другая характерная особенность плагиоклаза, особенно четко проявляющаяся в более крупных кристаллах,— зональное строение. Зональный плагиоклаз многослойный, состоит из ряда оболочек. В центральных частях обычно находятся зоны из плагиоклаза с большим количеством кальция, во внешних они богаче натрием. Каждая оболочка возникла в определенный момент охлаждения базальтовой магмы, поэтому, изучая последовательно зоны кристаллов плагиоклаза, можно судить об изменении температуры и состава расплава во времени.

Следующий обязательный минерал базальтов — пироксен. По составу это силикат магния, железа и кальция. В базальтах он образует черные кристаллы в виде укороченных призм. В ходе кристаллизации или вскоре после затвердения всей породы пироксен иногда подвергался переработке под влиянием водяных паров и превращался в другой, близкий по составу, но содержащий небольшое количество воды минерал — роговую обманку.

Оливин встречается не во всех базальтах. По химическому составу он близок к пироксену, но отличается полным отсутствием кальция и алюминия и меньшим содержанием кремнезема. Поэтому он характерен



РИС. 18.
Причудливые фигуры выветривания в вулканических туфах Карадага, Крым.

только для базальтов с пониженным содержанием кремнезема.

Обязательной составной частью базальтов, но в меньших количествах, чем плагиоклаз и пироксен, являются непрозрачные минералы — ильменит и магнетит. В отличие от других минералов базальтов в них нет кремнезема. По химическому составу это окислы титана и железа.

Базальтовую лаву изливают многие современные вулканы. Из всех лав она наиболее нагрета, температура при излиянии достигает 1100—1200°. Сильный нагрев и большое количество железа в лаве придают ей подвижность и способность растекаться на большие расстояния (на десятки и даже сотни километров). Именно этим свойством основной лавы объясняется широкое распространение базальтовых лав на поверхности Земли и легкое проникновение основной магмы в трещины и разрывы в земной коре с образованием даек и интрузивных тел.

При извержениях вулканов излияния лавы часто чередуются со взрывами. Возникают сложно построенные толщи, состоящие из лав и вулканических туфов. Они неоднородны и при выветривании образуют живописные фигуры (рис. 18). Заключенные в толщах внедрения лавы выступают в виде причудливых скал (рис. 19).



РИС. 19.
Пик Иван-Разбойник — отпрепарированное от вмещающих пород внедрение базальтовой магмы. Горная группа Карадаг, Крым.

«Миндальный» камень

Эта горная порода хотя и родственна базальту, но отличается от него внешним видом и условиями образования. В ее окраске мы не найдем черного и темно-серого цветов, характерных для базальта. Пронизывающие ее чешуйки хлорита окрасили породу в зеленый, бурый или промежуточный цвет. Но самая интересная ее особенность состоит в том, что в плотной или тонкокристаллической основной массе разбросаны тела, по форме напоминающие ядро миндального ореха и горох. Иногда миндалин и шариков так много, что они почти соприкасаются, в других случаях их меньше и они как бы рассеяны в породе. Обычно размер миндалин измеряется миллиметрами, но бывают среди них и гиганты длиной 3—5 см, а иногда и до 20—30 см.

Такая горная порода образуется при подводных извержениях базальтовой лавы. Выделяющиеся газы и прежде всего водяные пары вспенили лаву, а быстрое застывание как бы заморозило ее и сохранило до наших дней следы бурного выделения газов. Так возникли сильно пористые вулканические породы, своего рода «каменные губки», состоящие из газовых пустот, разделенных тонкими каменными перегородками. Но газовые пустоты недолговечны. Застывшая пористая лава вступает в энергичное химическое взаимодействие с морской водой и отдает пронизывающим ее растворам часть своего вещества. По пористой вулканической породе начинают блуждать горячие растворы, насыщенные кремнием, железом, алюминием, кальцием и некоторыми другими элементами. Охлаждаясь, они становятся пересыщенными и на стенках пор оставляют опал, халцедон, хлорит, кальцит и некоторые другие минералы, превращая пустоты в миндалины. Так образуется «миндальный» камень. Одним из самых интересных его представителей является спилит (от греч. spilos — пятно, крапинка).

Спилиты очень широко распространены на Украине, Кавказе, в Альпах, Кордильерах и других хребтах, образовавшихся на месте геосинклиналей (подвижных зон земной коры, в которых идет быстрое накопление мощных толщ осадков). Здесь в далеком геологическом прошлом были геосинклинали с подводными вулканами, изливавшими основные лавы. Затем на месте геосинклиналей возникли горы. Прошли десятки и сотни миллионов лет, горы разрушились, и ныне только крутое залегание слоистых толщ с потоками спилитов говорит о том, что на месте нынешней равнины были геосинклинали и горы.

Крупные миндалины в спилитах чаще всего выполнены агатом (концентрически-полосчатым халцедоном). Образование их происходило несколько иначе, чем мелких миндалин. Присматриваясь к полированной поверхности разрезанной миндалины, мы заметим, что внешняя халцедоновая оболочка не сплошная, в одном месте она прорвана и здесь в глубь миндалины проник халцедон другого цвета (рис. 20). От прорванного участка, похожего на воронку, раструбом обращенной внутрь миндалины, отходит второй слой халцедона. Это говорит о том, что заполнение пустоты шло прерывисто, а пи-

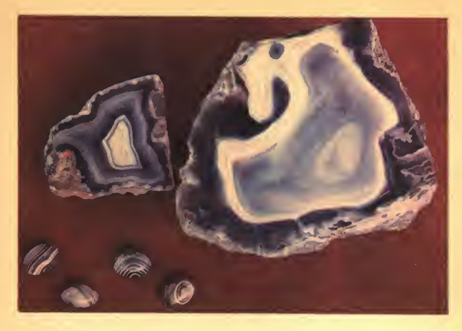


РИС. 20.
Миндалина агата. Карадаг, Крым.

тающий раствор поступал не со всех сторон, а с одной — вдоль трещинки. Затем сформировавшаяся внешняя оболочка была прорвана и по новому каналу проник раствор, давший начало второму слою миндалины.

Нередко на халцедоне нарастают кристаллы кварца, заполняющие центральную часть миндалин. Любопытно, что по мере удаления от халцедонового основания число кристаллов кварца уменьшается, но зато размеры их увеличиваются. Происходит своего рода отбор кристаллов: сохраняются лишь те, которые находятся в наиболее благоприятных условиях для роста. Такую сортировку кристаллов в процессе роста назвали геометрическим отбором.

Траппы — гигантские каменные ступени

Траппами в старину шведские горняки называли черные крепкие горные породы на склонах возвышенностей и речных долин, поднимающиеся в виде гигантских лестниц. Название трапп вошло в науку, но оно стало собирательным, и теперь под ним подразумевают не определенную породу, а совокупность разнообразных горных пород, возникших из базальтовой магмы. Среди них мы встретим базальты, своеобразные пегматиты и туфы, но прежде всего долериты.

Долериты — плотные черные породы, отличающиеся от базальтов луч-

шей раскристаллизованностью. Они тонкозернистые или мелкозернистые, состоят из плагиоклаза и пироксена, иногда к ним присоединяется оливин. Долериты возникли из базальтовой магмы, застывшей на небольшой глубине (не превышающей 1 км), и поэтому они массивны и лишены пор. Образуют мощные пластовые тела толщиной в десятки и даже сотни метров, покрывающие обширные пространства плоскогорий. Пластовые интрузии долеритов залегают между слоями горизонтальных или слабо наклонённых песчаников, аргиллитов и других осадочных пород. Каждое пластовое тело геологически самостоятельно и прослеживается на земной поверхности на десятки и даже сотни километров (Индия). Выветриваясь и распадаясь на большие прямоугольные глыбы, они создают как бы ступени, рассчитанные на шаги фантастических гигантов.

Траппы особенно широко распространены на Сибирской платформе. Они занимают огромную площадь — около полутора миллионов квадратных километров. Сибирская платформа — это слабо всхолмленная равнина, приподнятая над уровнем моря на 300—500 м, прорезанная глубокими долинами рек Енисея, Лены, Нижней Тунгуски и их многочисленных притоков. В бортах речных долин хорошо видны пласты палеозойских известняков, песчаников и туфов, которые в верхних частях «бронируются» трапповыми пластовыми телами различной мощности и протяженности, обрывающимися в сторону речных долин крутыми или вертикальными уступами, разбитыми трещинами на каменные столбы.

При изучении контактов пластовых интрузий долеритов с окружающими осадочными породами было обнаружено любопытнейшее явление. Долериты в контакте с песчаниками рассекаются ветвящимися жилками темно-бурого стекла толщиной до 0,5 м. Проще всего допустить, что стекло имеет магматическое происхождение и образовалось при внедрении не начавшей еще кристаллизоваться магмы в трещины долеритов. Но под микроскопом в стекловатом материале видны округлые зерна кварца и полевого шпата, ничем не отличающиеся от песчинок соседнего с долеритом песчаника. Значит, жилы стекла возникли при неполном расплавлении песчаника под влиянием сильно нагретой базальтовой магмы. А так как жилы стекла встречаются не на всем протяжении контакта, это значит, что плавление было не повсеместным, а происходило только в отдельных участках.

Образование бухитов — жил стекла из расплавленных песчаников — довольно редкое явление. Бухиты часто встречаются только в Южной Африке, достигая большой мощности (20 м).

Породами трапповой формации сложена не только Сибирская платформа, но и центральная часть полуострова Индостан (плато Декан) площадью около полумиллиона квадратных километров, равнинные области провинции Карру в Южной Африке, большие плошади в Антарктиде, бассейне р. Параны в Южной Америке и в других местах. Поразительно крупные пластовые интрузии долеритов обнаружены в Южной Африке мощностью 600 и даже 900 м.

Громадные масштабы траппового магматизма, казалось бы, должны привести к образованию крупных месторождений полезных ископаемых. Однако это не совсем так. С трапповыми формациями хотя и связаны месторождения медно-никелевых руд (Норильск) и железных руд (например, месторождения магнетита Ангаро-Илимского района), но их значение по сравнению с огромными площадями, занимаемыми рудоносными извержениями породами, скромное. Объясняется это тем, что интрузии долеритов довольно однородны, или, как говорят, слабо дифференцированы, и поэтому рудный материал в них не накапливался.

Глубинные родственники базальтов и долеритов

Относящиеся к ним габбро, нориты, лабрадориты, форелленштейны и некоторые другие породы по химическому составу очень близки к базальтам и долеритам, но сильно отличаются по структуре. В них невооруженным глазом хорошо различаются темные кристаллы пироксена и светлые — плагиоклаза. Крупность зерна и полнокристаллическая структура пород ясно говорит о том, что они, в отличие от базальтов и долеритов, кристаллизовались из магмы на глубине порядка 2—5 км, а возможно, и более. Именно поэтому магма кристаллизовалась длительное время и зерна минералов получились крупнее, чем у базальтов и долеритов.

Иные условия застывания привели к изменению формы кристаллов. Если, например, плагиоклаз в базальтах и долеритах брусковидный, то в габбро он имеет вид толстых таблиц. Нет в них и зонального строения. Габбро и нориты образуют довольно крупные секущие массивы, иногда воронкообразной формы. В них хорошо выражены протяженные, слабо наклонные трещины отдельности.

Во многих отношениях большой интерес вызывает разновидность глубинных основных пород — лабрадорит или анортозит. Это грубозернистая и даже гигантозернистая горная порода, почти полностью сложенная лабрадором (плагиоклаз, состоящий из примерно равных количеств натриевого и кальциевого компонентов).

Впервые лабрадориты были обнаружены в Северной Америке на полуострове Лабрадор, именем которого назвали плагиоклаз — главный минерал этих пород. В Европе лабрадориты стали известны в 1775 г. В России они установлены в 1781 г. среди валунов, предназначенных для ремонта дороги к Петергофу. На Украине разработка лабрадоритов началась в 1835 г. на Волыни в карьерах Каменного Брода и Слободки. Лабрадориты всемирно известного Головинского месторождения стали добывать значительно позже, в 1900 г.

В лабрадоритах поражают гигантские кристаллы плагиоклаза, достигающие метровой длины. Академик А. А. Полканов как-то нашел кристалл лабрадора длиной 1,2 м в Коростеньском массиве на Волыни. Такие громадные кристаллы породообразующих минералов неизвестны ни в каких других горных породах, за исключением пегматитов. Механизм

их образования до сих пор вызывает споры между учеными.

Лабрадориты издавна служат великолепным декоративным камнем, особенно привлекательным на полированной до зеркального блеска поверхности. В горной породе во многих местах сверкают и искрятся крупные кристаллы, так называемые глазки. Одни отливают глубоким голубым цветом, другие зеленым, третьи фиолетовым. Встречаются также розовато-красные и серебристые, поражающие яркостью и чистотой окраски. Эта замечательная игра цвета называется иризацией. Число иризирующих кристаллов в лабрадорите достигает 1000—1200 штук на 1 $м^2$. Красоту переливов красок создает мерцание, при изменении точки наблюдения одни кристаллы угасают, другие загораются яркими цветами, исходящими из глубины кристаллов. В одних кристаллах сверкают внешние части в виде сияющих кайм, в других — пятнами иризируют отдельные участки. Бывает и так, что кристалл расцвечивается узкими цветными полосочками, параллельными друг другу.

Лабрадориты и анортозиты, как правило, связаны постепенными переходами с глубинными породами основного состава с нормальным содержанием пироксенов (габбро и норитами) и вместе с ними образуют габбро-анортозитовые массивы. И все же анортозиты и лабрадориты распространены значительно меньше, чем габбровые породы.

На Украине лабрадориты встречаются в Коростеньском и Новомиргородском массивах гранитов и габбро. Недавно они были обнаружены под осадочными породами на глубине более 1 км в Западной Латвии и Восточной Польше. Крупные массивы анортозитов известны в Северной Америке, Африке, на севере Европы и в Азии. По возрасту это все древние тела, сформировавшиеся в докембрии.

Исследование глубинных пород основного состава дает возможность заглянуть в подкоровое пространство Земли, откуда поступает основная магма. Именно с этой магмой связаны руды железа, меди, титана, никеля, хрома и некоторых других металлов.

Несмотря на хорошую в общем изученность гипербазитовых формаций и четко выраженные их индивидуальные особенности, даже основные вопросы происхождения во многих случаях остаются до сих пор неясными и дискуссионными.

Ю. А. КУЗНЕЦОВ

ПЕРИДОТИТОВАЯ СЕМЬЯ

В этой главе пойдет речь о перидотитах и родственных им породах, не столь широко распространенных как граниты и базальты, но играющих большую роль как источник ряда важнейших полезных ископаемых. Изучение перидотитов также дает много ценных данных для познания развития нашей планеты и ее внутреннего строения.

Перидотитовые породы по химическому составу сильно отличаются от других магматических пород. Они значительно богаче магнием и железом и беднее кремнием и щелочами (натрием и калием), чем все остальные магматические породы, в том числе и базальты. Эта особая обогащенность породы из семейства перидотитов химическими основаниями объясняет общее для всех пород группы название «ультраосновные», «ультрабазиты» и «гипербазиты».

Особенности химического состава ультрабазитов нашли свое отражение в их физических свойствах и минеральном составе. Цвет этих пород черный, темно-серый и темно-зеленый, так как в их составе много тяжелых элементов — железа и магния. Соответственно тяжелы и сами породы — удельный вес их от 3,1 до 3,3. В главных минералах ультрабазитов — оливине и пироксене — в соответствии с химическим составом магмы много магния, железа и мало кремния. В ультрабазитах глинозема гораздо меньше (обычно 1—6%), чем в остальных магматических породах. Поскольку для образования полевых шпатов нужно много алюминия, то в ультрабазитах или вовсе нет полевых шпатов, или же их очень мало. Рудная часть

ультраосиовиых пород представлена магнетнтом и ильменитом нлн же титаномагиетитом.

Перидотиты, дуниты и пироксениты

Эти породы образовались в глубннах земной коры н поэтому онн полнокристаллические, в ннх невооруженным глазом легко разлнчаются главные мннералы. Перндотнты состоят из зелеиого прозрачиого олнвнна и черного пироксеиа. В состав дунитов входнт олнвнн, пнроксеннтов — пироксен. Перидотиты и дуниты черно-зеленого цвета, пироксеииты — чериого.

Главиые мннералы ультрабазнтов — пироксен н особенно олнвни — малостойкие мннералы, под влняннем поднимающнхся паров воды н растворов они легко разрушаются, прнсоедння-ют воду н превращаются в скопления зеленых чешуек серпентина. Так на месте ультрабазнтов возннкают породы, которые называют серпентнннтами.

Блестящая, ниогда с черными крапинками н полоскамн поверхность серпентнннта напомннает кожу змен и вызывает на ощупь скользкохолодное ощущение. Внд этой горной породы пронзводнл, очевидно, одннаковое впечатление н иа уральских рудознатцев, н. на потомков древинх римлян н греков. Ее еднводушно называлн от слова змея, первые — змеевнком, вторые серпентиннтом, третьн — офнолнтом.

Пронсхождение воды в серпентнннтах и прнрода самого процесса серпентнннзацнн остаются загадочными. В самом деле, откуда в ультраосновные породы, возннкшне нз «сухой» магмы, поступнло огромное колнчество воды, иеобходнмой для того, чтобы нз безводиых олнвина н пнроксеиа образовался серпентнн, содержащий 13% воды? Предполагают, что часть воды могла поступнть в ультрабазнты нз осадочных пород, которые прорывала ультраосновная магма на своем путн к земной поверхности. Часть воды могла сннтезнроваться нз газов, содержащнхся в земных недрах, прежде всего водорода н кнслорода.

Ультраосновные породы, поглотнв зиачнтельное колнчество воды, прнобрели новые механнческне свойства, которых у них не было до серпеитннизацин. Это прежде всего способиость к пластнческнм деформациям. Под давлением в ходе горообразовательных процессов онн могут выжнматься в трещины, скользить по другим породам, рассланцовываться н т. д. Скорее всего, нменно зтнм свойством объясняется прнуроченность серпентнннтов к разломам в земной коре, где онн образуют огромные удлиненные тела, протягнвающнеся на десяткн километров. Предполагают, что серпентнннты «вжнмаются» нлн «вдавливаются» в гигантские трещнны земной коры, сопровождающне пояса складчатостн.

Ультрабазнты вызывают нсключнтельный ннтерес в связн с тем, что, как полагает большинство специалистов, нз ннх состонт верхняя мантия Землн. Под материками сплошные ультраосновные породы начнннаются с глубнны 30—40 км, а в океанах на 5—10 км нниже дна. Но глубоководное буреине в Атлантнческом океане, проведенное с иаучио-исследова-

тельского судна «Гломар Челлинджер» в 1974 г., показало, что под толщей базальтов пластами мелоподобных осадков с глубины 300 м начинается глыбовая смесь из серпентинизированных гипербазитов и габброидов (т. е. габбро и близких к нему пород). Предполагают, что эти породы залегают в виде «меланжа» — особой тектонической брекчии, возникшей в глубинах Земли при горизонтальном передвижении крупных участков.

Считают, что ультраосновные породы уходят до глубины 900 км. Особый интерес вызывает верхняя часть мантии до глубины 400 км, в которой зарождаются процессы, меняющие строение Земли, и где образуются магмы основного и ультраосновного состава.

Изучение плотности мантии и скорости прохождения через нее волн упругости выявило слой с пониженными скоростями сейсмических волн и, следовательно, относительно мягкий и податливый. Этот пояс Земли назван волноводом. Под океаном он мощный (начинается на глубине 50 км, заканчивается на глубине 400 км), а под материками тоньше (залегает между глубинами 100 и 250 км).

Перидотит при высокой температуре под давлением частично плавится с выделением базальтовой магмы. Этот пояс выплавления базальта как раз и есть не что иное как волновод. Базальт рассеян здесь в виде капель или пленок вокруг кристаллов. На его долю приходится не более 10% всего объема волновода. Тем не менее роль выплавок базальта велика — капли основной магмы понизили плотность волновода и придали текучесть горизонту верхней мантии.

Еще 10—15 лет назад петрографы могли только мечтать о том, чтобы непосредственно изучить перидотиты из верхней мантии. Ведь ультраосновные породы, образцы которых мы берем из массивов в земной коре, образовались не из мантийной родоначальной магмы, а из измененного расплава, вторгшегося в земную кору и испытавшего там ряд изменений. Это не ультраосновные породы, из которых состоит мантия Земли. Поэтому большое внимание привлекло сообщение Г. Б. Удинцева, появившееся в печати в 1965 г., об образцах пород верхней мантии. Во время 36-го рейса научно-исследовательского судна «Витязь» со дна огромного глубокого ущелья (рифта) в средней части Индийского океана были подняты куски перидотита и образованных по нему серпентинитов. Они встречены во многих местах на большой площади и, по всей видимости, отмечают планетарную зону разлома, по которой с глубин выжимаются ультраосновные породы.

С ультрабазитами связан ряд месторождений металлов и неметаллов. Одним из самых оригинальных неметаллических полезных ископаемых является асбест. В минералогии асбестами называют минералы, распадающиеся на волокна, каждое из которых представляет собой сильно вытянутый кристалл. Но промышленности нужны не любые игольчатые или нитевидные кристаллы, а только те, волокно которых прочное, гибкое и достаточно длинное. Кроме того, для производства некоторых изделий волокно должно быть устойчиво к кислотам, обладать жаростой-

костью, тепло- и электроизоляционными свойствами. Из всех асбестов в большой степени этим требованиям удовлетворяет хризотил-асбест — волокнистая разновидность серпентина или змеевика.

Чрезвычайно любопытны результаты изучения кристаллов асбеста современными методами. На электронномикроскопических фотографиях, сделанных при колоссальном увеличении до 400 тысяч раз, видно, что каждый нитевидный кристалл асбеста состоит из вложенных одна в другую трубочек или спирально закрученных в полые трубки слоев с внутренним диаметром 130 Å при внешнем диаметре 260 Å. Боковые кристаллы оказались идеально гладкими, без каких-либо дефектов. Именно эта особенность обеспечила нитевидным кристаллам асбеста необыкновенную прочность, гибкость и упругость по сравнению с пластинчатыми кристаллами. Так, прочность волокон асбеста достигает 330 кг/мм²!

Асбест давно известен людям. Еще задолго до нашей эры жрецы Индии пользовались несгораемыми тканями из асбестовых волокон и поражали легковерных людей мнимыми чудесами. В то время об асбесте существовало немало фантастических представлений. В сочинениях одного из великих натуралистов древнего Рима, Плиния Старшего, об асбесте сказано, что этот материал для ткани «живет» в безводных пустынях Индии и потому привычен к жаре. Из асбеста в то время делали погребальные рубашки для сжигания на костре знатных покойников и другие вещи.

С давних времен несгораемые асбестовые ткани вырабатывались в Китае, откуда они вывозились в другие страны. В XVIII в. уральские крестьянки изготавливали из асбеста тонкие салфеточки и кружева, ничуть не уступавшие итальянским асбестовым изделиям, славившимся в то время в Европе.

С особым свойством асбеста — несгораемостью — связано немало исторических курьезов. Как-то Акинфий Демидов, известный уральский заводчик, подарил Петру I красивую скатерть. Она вся серебрилась и сияла, но из какого материала была соткана скатерть, Демидов не сказал. Петр I пригласил однажды заводчика к себе и распорядился накрыть стол новой скатертью. После беседы царь пригласил гостя к столу. Подали вино и закуски. Трапезничая, Демидов нарочно неловким движением опрокинул тарелку с жирным блюдом и бокал густого красного вина. По скатерти расплылись огромные пятна. Петр I огорчился неловкостью гостя, а Демидов, улыбаясь, снял скатерть со стола и бросил ее в горящий камин. Спустя некоторое время он вытащил ее, охладил и расстелил на столе. Скатерть была как новая!

Ныне из асбестовой пряжи изготовляют не мелкие вещички и салфетки, а несгораемую ткань для одежды пожарников, прокладки для машин, матрацы для предохранения паровых котлов от потери тепла, изоляцию для электрических кабелей и много других технических изделий. Новые тормозные колодки, состоящие из волокон асбеста, связанных фенольными смолами, в пять раз легче чугунных. Срок службы их в 12 раз больше, чем металлических.

Ныне используют и коротковолокнистый асбест. Миллиметровые волоконца асбеста смешивают с цементным раствором, из которого готовят различные асбоцементные изделия: плитки для кровли (искусственный шифер), тонкие, наподобие фанеры, листы для перегородок внутри зданий, водопроводные и канализационные трубы и др. Благодаря добавке цемента они получили замечательные свойства: их можно резать, строгать, пробивать гвоздями. Эти изделия не растрескиваются, словно они деревянные. Не все знают, что бумагу для государственных и исторических актов готовят с добавкой асбеста.

В нашей стране известные месторождения хризотил-асбеста находятся на Урале. Полоса змеевиков с залежами волокнистого минерала протянулась между реками Большим Рефтом на севере и Каменкой на юге (Свердловская область). Мощность жил асбеста достигает 15 см.

Ультраосновные породы, поскольку они богаты магнием, служат ценным сырьем для получения удобрений и высококачественных огнеупоров. В Канаде, Новой Зеландии, США и других странах серпентиниты давно применяются для производства удобрений под названием серпентин-суперфосфат, или силикофосфат. Установлено, что окись магния обладает бо́льшей пластичностью и более пригодна для штукатурки, чем известь.

Заметим также, что кроме хризотил-асбеста еще несколько десятков минералов могут кристаллизоваться в виде тончайших волокон. У минеральных нитей или «усов» удивительная прочность, в десятки раз превосходящая прочность других кристаллических форм тех же минералов. В последние годы выяснилось, что особая прочность «усов» объясняется их идеально ровной поверхностью. Даже при колоссальном увеличении в 40 000 раз на «усах» не видно никаких дефектов. Поверхность других кристаллов всегда испещрена изъянами, а ведь именно со слабых мест начинается разрушение. Вот почему некоторые нитевидные кристаллы нашли применение в технике для армирования тугоплавких металлов.

Редкостные породы

Немного найдется петрографов, которые лично изучали излившиеся ультраосновные породы. Дело в том, что они очень редки. И в этом нет ничего удивительного. Представьте, какое огромное сопротивление со стороны жестких масс в глубинах Земли должна преодолеть ультраосновная магма на своем пути в сотни километров, чтобы выйти на поверхность и превратиться в вулканическую породу! Благоприятные условия для подъема гипербазитовой магмы возникали очень редко и поэтому лавы этого состава встречаются в немногих местах и в небольших количествах.

Вулканических ультраосновных пород немного. Это, например, меймечиты, встреченные по р. Меймеча на севере Сибири. В них резко выражена порфировая структура, во вкрапленниках встречается только оливин, частично серпентинизированный. Основная масса полустеклова-

тая, состоит из мелких зернышек пироксена, магнетита и темного вулканического стекла. В приповерхностных условиях образуются пикриты — порфировидные зернистые породы, состоящие из пироксена и оливина.

Но, пожалуй, наибольший интерес вызывают не меймечит и пикрит, а кимберлит, названный по имени маленького городка Кимберли в Южно-Африканской Республике, вблизи которого он был обнаружен в XIX в. Кимберлит заполняет трубчатые и столбообразные тела поперечником в десятки и сотни метров, уходящие на большие глубины. Одна из таких трубок («Кимберлей») пройдена горными работами на глубину 1075 м. В кимберлитах заключены кристаллы алмаза. И хотя их среднее содержание не превышает 0,5 карата[1] на 1 м^3 породы, кимберлиты являются ценнейшим коренным вместилищем этого столь необходимого в технике самого твердого вещества.

В нашей стране о кимберлитах долгое время знали только по наслышке да по единичным образцам, присланным из Африки и хранящимся в нескольких геологических музеях. Но уже в 1954 г. появились первые сведения о советских кимберлитах. В глухой якутской тайге были найдены коренные выходы кимберлитов.

Изучение наших кимберлитов показало, что они довольно разнообразны. Порфировые кимберлиты как бы в чистом виде представляют ультраосновную магму. Это массивные плотные темно-зеленые или черные породы с ясно выраженным порфировым строением. Они состоят из крупных и мелких кристаллов оливина и иногда черной слюды, заключенных в тонкокристаллической серпентин-карбонатной массе. В других случаях кимберлит состоит из обломков, соединенных тем же кимберлитом (так называемые эруптивные брекчии кимберлитов). И, наконец, известны кимберлитовые туфы и брекчии, состоящие из обломков этой же породы, но связанные серпентин-карбонатным веществом немагматического происхождения (рис. 21).

Детальное изучение шлифов кимберлитов под микроскопом позволило установить время образования алмаза. Оказывается, его кристаллы не содержат включений серпентина, кальцита и других немагматических минералов. Значит, алмаз кристаллизовался прямо из магмы. Внимание ученых привлекли также включения различных пород в кимберлитах. Среди них обломки основных и ультраосновных пород, гнейсов и сланцев. Особый интерес вызывают обломки хорошо раскристаллизованных, даже гигантозернистых перидотитов, дунитов и эклогитов, которые, по-видимому, были захвачены из верхней мантии при подъеме кимберлитового расплава.

Как же можно представить образование алмазоносных кимберлитовых трубок? Кимберлитовая магма с выделившимися из нее кристаллами оливина, слюды и хромового пироксена, а также алмаза зарождалась на огромной глубине, возможно, свыше 100 км. Затем магма с «плававшими» в ней кристаллами поднималась вдоль разломов. Конечно, в недрах Земли, находящихся под огромным давлением, зияющих трещин нет, но там были ослабленные зоны, в которые

[1] Карат примерно равен 0,2 г.

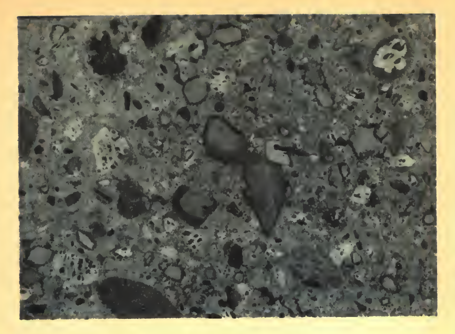


РИС. 21.
Полированная поверхность образца якутского кимберлита с хорошо видным обломочным строением.

и проникала магма, образуя кимберлитовые дайки. Вблизи земной поверхности на глубине 1—2 км давление газов в магме становилось больше внешнего, происходил газовый взрыв и осадочная толща прорезалась цилиндрическим каналом — трубкой взрыва. В образовавшуюся полость могла поступать не только кимберлитовая магма, но и обломки пород с глубины, вынесенные магмой, и осадочных пород, окружающих трубку взрыва. Этот в одних случаях преимущественно лавовый, в других — разнородный обломочный материал цементировался позднее образовавшимися минералами и стал в конце концов кимберлитом.

Изверженные породы, по составу близкие к мраморам и известнякам

Вместе с некоторыми ультраосновными породами, обогащенными щелочами, иногда встречаются очень

своеобразные породы, известные под именем карбонатитов. Их необычность заключается в том, что по своему минеральному составу они похожи на такие сугубо метаморфические породы, как мраморы и осадочные известняки. Понятно, что их главными минералами служат карбонаты, прежде всего кальцит и доломит. Хорошо известно, что обычно эти минералы образуются на дне водоемов, выпадают из горячих растворов в трещинах горных пород или возникают при перекристаллизации карбонатных пород.

Многие карбонатиты имеют зернистое строение и похожи на полнокристаллические глубинные магматические породы. Среди них встречаются тонкозернистые (до плотных) разности с крупными кристаллами карбонатов, которые сходны с вулканическими породами.

Объясняя образование карбонатитов, геологи учитывали, что известняки и другие карбонатные породы при довольно высокой температуре (около 900°) разлагаются с выделением углекислого газа и образованием окиси кальция или другого основания. Поэтому считали, что образование скоплений карбонатов путем кристаллизации из магмы невозможно, а жилы карбонатного состава среди известняков, мраморов, доломитов и других пород рассматривали как возникшие при кристаллизации из горячих водных растворов или при перегруппировке вещества самих карбонатных пород. Но наблюдения последнего времени показали, что хотя и редко, но встречаются карбонатиты, возникшие из легкоплавких остатков магмы.

Обычные осадочные известняки, доломиты и метаморфические мраморы лишены специфических минералов карбонатитов. Это силикаты и другие соединения, содержащие мало распространенные редкие (ниобий, тантал, редкие земли) и иногда радиоактивные (уран, торий и др.) элементы.

В Полярной Сибири обнаружены карбонатиты, на 90—95% состоящие из кальцита. И хотя их состав как будто «осадочный», но по всем геологическим данным это изверженные породы: контакты даек и штоков карбонатитов с окружающими породами резкие; пластинчатые вкрапленники кальцита у краев дайки параллельны контактам, а в центральной части располагаются струями, плавно огибая включения углистых пород. Все это говорит о том, что карбонатитовые дайки возникли из вязкой карбонатной магматической жидкости.

Можно привести еще одно доказательство магматической природы карбонатитов. Так, во время извержений вулкана Олдоиньо-Ленгаи в Танзании в 1960, 1961 и 1966 гг. выбрасывался пепел карбонатитового и натро-карбонатитового состава. В лаве практически отсутствовал кремнезем (не более 1,18%) и было установлено много окислов, характерных для кальцита — CaO 17,5—19,0%, CO_2 30,72 — 32,0% и Na_2O (29,0 — 30,0%) — составной части соды.

ПОРОДЫ, ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ «ОГНЕМ» И «СИЛОЙ»

Все то, что ты видишь, будет всемогущей природой изменено, и из каждого вещества будет создано новое, а из нового снова новое так, чтобы мир оставался всегда юным.

МАРК АВРЕЛИЙ

Мы уже знаем, что наряду с осадочными и магматическими породами в строении земной коры большая роль принадлежит породам третьей группы — метаморфическим. История их образования сложная. Каждой из них пришлось как бы родиться дважды, а иногда и более. Сначала это была осадочная или магматическая порода, а затем, пройдя испытания «огнем» и «силой», подвергшись влиянию высокой температуры и большого давления, родилась снова, с иным составом и структурой. Такие породы называются метаморфическими.

Метаморфические породы не менее разнообразны, чем осадочные и магматические. В кристаллических ядрах материков — щитах мы встретим зернистые полосчатые гнейсы и кристаллические сланцы, в горных сооружениях — глинистые сланцы, филлиты и мраморы, вокруг застывших внедрений магмы пояса измененных пород — роговики, скарны и др. Как правило, все они настолько сильно изменены, что лишь при тщательном изучении удается установить, за счет какого исходного материала они возникли. Какие же силы вызывают превращение обычной осадочной или магматической породы в метаморфическую?

Все геологические данные говорят о том, что метаморфизм горных пород происходит в глубинах нашей планеты, ибо только там царят необходимые для таких превращений огромные температуры и давление. Известно, что с углублением в Землю температура постепенно повышается. В шахтах воздух всегда теплее, чем у поверхности, а в нижних выработках глубоких рудников уже настолько

жарко, что длительное пребывание в них становится мучительным.

Непрерывное повышение температуры в земной коре подтверждается измерениями температуры специальными приборами в скважинах глубиной 7—8 км. В среднем температура в земной коре возрастает на 3° на каждые 100 м.

Легко подсчитать, что на глубине 30—40 км температура должна возрасти до 900—1200°, при которой начинается плавление многих горных пород. Но в действительности земная кора на такой глубине не расплавлена и в ней нет сплошного жидкого слоя. Данные о скоростях распространения упругих волн в земной коре, возникающих при землетрясениях и искусственных взрывах, указывают на твердое состояние вещества на этих глубинах. Но почему оно не расплавлено, хотя и сильно нагрето? Переход в жидкое состояние не происходит из-за огромного давления на глубине, которое повышает точку плавления горных пород.

Давление растет с глубиной не менее быстро, чем температура. На глубине 1 км давление достигает 300 атмосфер, на глубине 30 км оно составляет уже 10 000 атмосфер или, иначе, здесь на каждый квадратный сантиметр давит тяжесть в десять тонн!

Все эти данные говорят о том, что хотя в недрах Земли до глубины 30—40 км вещество не расплавлено, но оно находится в совершенно иных условиях, чем на поверхности Земли. Это значит, что образовавшиеся на поверхности Земли или на дне океана, или же на небольшой глубине от поверхности горные породы при опускании на большую глубину, попав в не свойственные им условия, неминуемо испытывают коренные изменения и начинают «новую» жизнь. Наиболее легкоплавкие могут частично или даже полностью расплавиться. Под влиянием давления минералы растрескиваются и дробятся. При возрастании давления минералы растворяются, затем в благоприятных участках кристаллизуются, меняя первоначальную форму и расположение кристаллов. Вступая в химическое взаимодействие между собой, они преобразуются в минералы иного состава, устойчивые в новых условиях. Так возникают метаморфические породы, в одних случаях повторяющие состав «предков», в других — заметно отличающиеся.

Горные породы со следами подземного жара

Во многих горных цепях встречаются породы, возникшие под влиянием сильного местного нагрева. Они в виде полос окружают массивы магматических пород. Возникновение таких метаморфических пород происходило в момент внедрения раскаленной магмы с большим запасом тепла, во много раз превосходящим запас тепла окружающих пород. Этот вид метаморфизма, связанный с сильным прогревом пород, окружающих внедрившуюся магму, называют термальным. Другое название — контактовый метаморфизм — объясняется тем, что метаморфизованные породы находятся в контакте с массивами изверженных пород.



РИС. 22.
Гранат-пироксен-плагиоклазовый роговик под микроскопом. По Ю. И. Половинкиной и др.
а — тонкозернистый роговик, б — мелкозернистый роговик, в — среднезернистый роговик.

Роговики — наиболее характерные представители пород контактового метаморфизма. Это очень крепкие плотные или тонкозернистые породы с изломом, напоминающим поверхность разломанного рога. При сильном прогреве в роговиках появляются минералы, не свойственные их «предкам», такие, как кордиерит, андалузит, монтичеллит и др. В роговиках также встречаются скопления таких рудных минералов, как сульфиды меди, молибденит и др. Роговики обычно состоят из небольшого числа минералов. Известны, например, плагиоклаз-пироксеновые, кордиеритовые, монтичеллитовые и другие роговики.

Роговики отличаются от родоначальных пород строением. В шлифах под микроскопом видно, что очертания зерен минералов неправильные, извилистые (рис. 22). В них нет ни геометрических контуров, свойственных многим минералам магматического происхождения, ни следов окатанности, так характерных для песчинок. Неправильная извилистая форма минералов объясняется тем, что они образовались в твердом состоянии: одновременно растущие минералы мешали и стесняли друг друга.

При не очень сильном и длительном прогреве породы термального метаморфизма сохраняют некоторые первоначальные особенности, как, например, слоистость, остатки ископаемых животных, способность при ударе колоться на тонкие плитки.

К породам термального метаморфизма относится часть яшм. Название камня происходит от древнегреческого слова «яспис». Суеверие древних связывало красоту камня с его будто бы магической силой при исцелении различных болезней.

В древней и средневековой литературе яшма была собирательным понятием. Этим именем называли многочисленные разноцветные и пестроокрашенные камни. К яшмам относили нефрит, вулканические породы порфировой структуры (порфиры), кремень, роговики и др. С XIX в. яшмой стали называть только плотные кремнистые породы, хорошо принимающие полировку. Состоят они на 80—90 % из кремнезема, остальное приходится на глинистый материал и красящие примеси. Яшмы образовались разными путями, но большинство из них возникли при метаморфизме кремнистых илов, состоящих из остатков кремнистых скелетов мельчайших морских организмов — радиолярий, под влиянием

высокой температуры внедряющейся днабазовой лавы.

Яшмы — один из наиболее красивых поделочных камией. Особенно привлекательны уральские пестроцветиые яшмы с многообразиым сочетанием красок и причудливыми узорами. Чрезвычайно ценны пейзажные яшмы. Отполированный образец камня становится вдруг живописной картиной, в ней видятся лес, водопад, горные вершины и все, что может подсказать фантазия.

Яшма из-за своей высокой прочности нашла применение в технике. Из одноцветных сургучной и серой яшм изготовляют ступки для химиков, валы для лощения кожи, волочильные доски и другие изделия.

К породам термального метаморфизма относится и лазуритовый камень. Ляпис-лазурь, ляпис-лазули, лазурит — это великолепный синий камень, название которого происходит от арабского «азул» — синее небо; от него происходит и русское слово лазурь. Местное население Памира называет его ляджвараи. Этот любимый камень Востока напоминает своим прекрасным цветом небесную лазурь и издавна используется как поделочный материал для изготовления дорогих художественных изделий. Основным его минералом служит лазурит — алюмосиликат сложного состава с примесью серы. Цвет его то густой лазорево-синий, то фиолетовый, иногда голубой или зеленовато-синий.

Лазурит — один из интереснейших камней в человеческой культуре. Древние египтяне называли его «камнем неба» и считали священным. Уже в IV тысячелетии до н. э. из лазурита готовили амулеты, фигурки священных жуков-скарабеев, статуэтки и украшения. Верховные судьи на груди носили маленькую статуэтку богини истины Маат из лазурита. Синим камнем украшали также золотые изделия.

Изделия из лазурита сопровождали египетских фараонов при жизни и после смерти. Насколько высоко ценился лазурит в Древнем Египте, видно из записи одного из фараонов XVIII династии: «Царь пожертвовал храму Амона в Фивах поля и сады из числа самых лучших в Верхнем и Нижнем Египте, высоко лежащие поместья, засаженные плодовыми деревьями, дойных коров, быков, золото, серебро и лазурит в большом количестве»[1]. Статуя фараона Тутмеса III была покрыта золотом и лазуритом.

В Двуречье лазурит был известен очень давно. На глиняных табличках с клинописью, рассказывающих о Гильгамеше (III тысячелетие до н. э.), неоднократно упоминается лазурит. Характерно, что по рангу ценностей он стоял выше золота. Лазурит высоко ценился и в древнем Китае. Из него изготовляли шарики для головных уборов мандаринов — эмблема и символ власти.

В античной Греции предпочитали мягкие цветные камни, поэтому лазурит там не нашел широкого применения; из него делали бусы и небольшие украшения. В Древнем Риме, где твердый камень предпочитали всем остальным, лазурит играл немалую роль. Плиний называл его «сапфиром с золотыми точками».

В странах древнего мира — Индии, Персии, Греции, Риме, а также в Ев-

[1] Ферсман А. Е. Очерки по истории камня. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1954, с. 271.

ропе в средние века и в эпоху Возрождения — лазурит употреблялся для изготовления драгоценной художественной краски ультрамарина. Для этого лазуритовую породу жгли на костре, растирали в мелкий порошок и промывали водой для удаления примесей. Затем полученную синюю пудру смешивали со смолой, воском и маслом. Ультрамарин благодаря исключительным по чистоте и прочности тонам ценился очень высоко. И, что очень важно, эта темная краска удивительно прозрачна. У нее, как говорят живописцы, очень высокая лессирующая способность. Природный ультрамарин был незаменим в течение многих веков. Известно, что при создании картин Леонардо да Винчи, Рафаэль, Тициан и другие великие живописцы эпохи Возрождения использовали ультрамарин. И только в XIX в. на смену ему пришла искусственная краска.

Важнейшим и по существу единственным в историческое время для всех народов центром добычи лазурита был Бадахшан — труднодоступная область на северо-востоке Афганистана в центре могучего хребта Гиндукуш. Здесь сходятся верховья рек Инда, Амударьи и Яркенда, что и определило многообразие путей распространения лазурита. Отсюда он проникал в Индию, Персию, Туркестан, Китай и дальше по всему Востоку. Древнейшие находки свидетельствуют, что месторождения Бадахшана начали разрабатываться не позже середины — конца IV тысячелетия до н. э. Все остальные месторождения стали известны гораздо позже. Лазурит в Прибайкалье был открыт в 80-е годы XVIII в., в чилийских Андах — в середине XIX в., на Памире — в 1930 г.

Лазурит в Афганистане — один из самых любимых ювелирных камней. Изделия из него — перстни, браслеты, броши, серьги и пр.— продаются по такой же цене, как из рубина, топаза и аметиста. Очень красивы шкатулки из полупрозрачного, словно светящегося, светлого оникса, инкрустированные полосочками из лазурита.

В России лазурит стал применяться в XVIII в. в Петербурге для украшения зданий, когда началось капитальное строительство. Значение лазурита особенно возросло в 40-е годы XIX в. Увлечение малахитом сменяет «мода» на лазурит (синий камень в сочетании с золотом, серебром, мрамором и бронзой). Пластинками лазурита покрыты колонны иконостаса Исаакиевского собора, облицованы камины в Зимнем дворце, изготовлены уникальные по художественному замыслу и технике исполнения столешницы, вазы и торшеры, украшенные золотом и серебром, составляющие каменное великолепие Эрмитажа.

Во времена Екатерины II Афганистан не продавал лазурит России и этот цветной камень приходилось закупать в Китае. Длинный был у него путь. Начиная с диких ущелий Бадахшана, через пустыни Монголии, всю Сибирь и Среднюю Россию долгие месяцы тянулись караваны с синим камнем. К концу пути лазурит настолько дорожал, что фунт камня первого сорта можно было обменять на слиток серебра того же веса, а то и на самый дорогой мех. Не удивительно, что лазуритовые изделия даже у царей и императоров исчислялись единицами.

Метаморфические породы, рожденные теплом и давлением

Породы, возникшие в результате термального метаморфизма, поясами окружают бывшие внедрения раскаленной магмы и не занимают сколько-нибудь больших площадей. С точки зрения масштабности процесса термальный метаморфизм можно назвать локальным.

Значительно шире распространены метаморфические породы, возникшие при преобразовании горных пород в опущенных участках земной коры под влиянием тепла и давления. Такие породы распространяются на сотни, а то и на тысячи километров, охватывая большие площади или регионы. Поэтому изменения горных пород, вызванные одновременным влиянием тепла и давления, называют региональным метаморфизмом.

Проследим этот процесс на примере осадочных пород. Отложившийся на дне моря илистый осадок состоит из мельчайших частичек глинистых минералов (каолинита, монтмориллонита, гидрослюды и др.), пропитанных водой. Слеживаясь и уплотняясь, он переходит в глину. Предположим, что глина окажется на глубине одного километра. Условия здесь иные. Прежде всего усилится давление, достигнув 300 кг на 1 $см^2$; увеличится и температура, примерно на 30°. Этих изменений уже достаточно для того, чтобы из глины стала уходить вода. Начинается превращение глинистых минералов в маловодные алюмосиликаты — гидрослюды, хлориты и др. Пластичная глина переходит в аргиллит — окаменевшую глину.

Давление, под влиянием которого ил уплотнился и перешел в глину и аргиллит, обусловлено весом вышележащих пород. В местах, где пласты смяты в складки, к нему еще добавляется боковое давление. Оно всегда направлено в определенную сторону, поэтому его также называют ориентированным давлением. В подвижных участках земной коры, где сильнее всего проявляется метаморфизм, «работают» оба давления. Глины превращаются в такие широко распространенные горные породы, как глинистые сланцы. Ими сложены, например, хребты Центрального Кавказа и Горного Крыма.

Превращение в глинистый сланец — только первый этап метаморфизма глинистых пород. Следующий ряд изменений наступит тогда, когда глинистые сланцы опустятся еще глубже, скажем, на 5—10 км, а окружающая температура повысится на несколько сот градусов. В новой обстановке глинистые сланцы испытают коренные изменения; они перекристаллизуются в твердом состоянии при участии растворов, пропитывающих породу. Химические элементы, входящие в глинистый сланец,— кремний, алюминий, железо, кальций, магний, натрий и калий,— группируясь в новых условиях, образуют вместо первоначальных низкотемпературных минералов высокотемпературные. Сначала возникают белая и черная слюда, кордиерит, затем полевые шпаты, амфиболы, пироксены и др.

Так образуются метаморфические породы, в которых, как правило, не сохраняются следы их прошлого. В бесполевошпатовых породах хорошо выражена способность при ударе раскалываться на пластинки и плиточ-

ки (эта способность называется сланцеватостью), поэтому такие горные породы именуют кристаллическими сланцами. Породам с полевыми шпатами свойственна полосчатость. Такие породы называют гнейсами.

При метаморфизме неглинистых пород образуются другие минералы, но возникшие метаморфические породы будут также сланцеватыми или гнейсовидными. Если же исходная порода состоит из одного минерала, при метаморфизме ее минеральный состав не меняется, но строение преобразуется коренным образом. Кремнистые породы и кварцевые песчаники превращаются в кварциты, а примесь глинистого материала дает слюду. Межзерновые растворы при высокой температуре активизируются, частично растворяют кварцевые песчинки и тотчас отлагают кремнезем, образуя крупные зерна кварца, тесно примыкающие друг к другу. Все зерна перекристаллизовываются одновременно, «теснят» друг друга, поэтому форма зерен неправильная; они соприкасаются между собой по неровным зубчатым контурам.

В очень красивом малинового цвета кварците из поселка Шокша в Карелии под микроскопом видно, что порода состоит из круглых зерен кварца и редко встречающихся зерен полевого шпата, окруженных тонкой «рубашкой» окислов железа. Именно железо и придало породе красную окраску. Другая интересная особенность шокшинского кварцита состоит в том, что круглые зерна кварца намертво скреплены зубчатыми и лапчатыми языками кварцевого цемента. Вот отчего у шокшинских кварцитов такая исключительная прочность.

Мрамор — метаморфическая порода, образовавшаяся путем перекристаллизации известняка. При этом мелкие зерна, перекристаллизовываясь в крупные, попутно очистились от примеси глинистого материала, превратившегося в слюду.

При метаморфизме взаимодействуют не только минералы породы, но и различные горные породы друг с другом. Известно немало примеров контактово-реакционных явлений, когда при метаморфизме смежные породы влияли друг на друга. Онотское месторождение талька в Восточном Саяне образовалось в результате взаимодействия пластов магнезита и амфиболита. На контакте двух пород при деформации возникли трещины, по которым двигались метаморфизующие растворы. Они заполняли поры и трещинки, переводя в раствор часть химических элементов из окружающих горных пород. Раствор, пропитывающий магнезит, был богат магнием, насыщавший амфиболит — кремнием. Встречаясь, растворы вступали в реакцию, образовав на границе магнезита и амфиболита скопление чистейшего безжелезистого талька.

Большую роль в жизни первобытного человека сыграли скопления метаморфического минерала нефрита. Обычно он встречается в виде глыб, валунов и галек во вторичном залегании. Минералог о нефрите скажет, что это плотный агрегат волокнистого амфибола актинолита или тремолита. Любопытно, что ни актинолит, ни тремолит не относятся к очень твердым минералам и в этом отношении заметно уступают такому распространенному минералу, как кварц, но спутанно-волокнистый агрегат их кристаллов, своим строением очень по-

хожий на войлок, обладает исключительной прочностью. Чтобы раздробить нефрит, нужно приложить усилия примерно в три раза больше, чем для разрушения такой очень крепкой горной породы, как гранит.

Замечательная прочность нефрита была известна еще в далекой древности и сделала его необходимым материалом для первобытного человека. Нефритовые ножи и наконечники для стрел, топоры, молотки и другие орудия человека каменного века найдены при раскопках свайных домов швейцарских озер, на побережье Байкала, в древних постройках Микен, на далеких островах Карибского моря, у маори Новой Зеландии и в ряде других мест. В то далекое время нефрита было мало и изделия из него передавались из поколения в поколение и служили веками.

Позже нефрит из материала для грубых орудий первобытного человека стал материалом для художественных работ. Больше всего в этом преуспели индийские и китайские камнерезы, воплотившие великолепные творческие замыслы в нефрите.

Позднее нефрит стал излюбленным материалом и в европейском камнерезном искусстве, из него были созданы изящные изделия, ставшие предметом всеобщего восхищения на всемирных выставках XIX и XX вв.

В одной из витрин Эрмитажа выставлен тонкостенный, словно яичная скорлупа, темно-зеленый флакон для духов, покачивающийся на двух цепочках. Трудно себе представить, что эта ажурная вещичка вырезана из прочнейшего нефрита — именно из той горной породы, глыбу которой пытались расколоть под прессом на одном из заводов немецкого стального короля Круппа. Первая попытка разбить глыбу нефрита завершилась так: стальная наковальня раздробилась на куски, а нефрит... остался целым!

Нефрит в массе непрозрачен, но в тонких пластинках просвечивает. Чаще всего нефритовые глыбы и гальки окрашены в желтовато-зеленый цвет увядшей травы, но встречаются и других цветов — молочно-белые, серые, темно-зеленые и даже черно-зеленые, почти черные. Красочно о цветовой гамме нефрита пишет китайский историк: «Пять цветов у него — белый, как баранье сало или сливки, желтый, как каштаны, сваренные в кипящей воде, черный, как вакса или лак, красный, как гребень петуха или помада для губ; но самым разнообразным является ню (нефрит. — В.Л.) зеленый, а самым дорогим — серый, цвета плевка»[1].

Нефрит образовался путем изменения ультраосновных пород на контакте с основными под влиянием поднимавшихся горячих растворов. Как правило, месторождения встречаются в высоких и труднодоступных горах, поэтому издавна предпочитают разрабатывать глыбы и валуны нефрита в речных долинах, где они находятся во вторичном залегании. В результате выветривания от месторождения отделялись глыбы и скатывались вниз.

Во всем мире месторождений нефрита мало. Это обстоятельство связано с особенностями образования и с тем, что он слагает мелкие выходы, при беглом осмотре обычно незамечаемые.

Старинными центрами добычи нефрита на Востоке были города Хо-

[1] Ферсман А. Е. Очерки по истории камня. Т. I. М., Изд-во АН СССР, 1954, с. 252.

тан и Яркенд в предгорьях одного из самых грандиозных горных сооружений мира — хребта Кунь-Лунь. В XIX в. отважные путешественники Рихтгофен, Громбачевский, Богданович и другие с риском для жизни поднялись на дикие вершины Кунь-Луня и получили точные данные о месторождениях китайского нефрита.

Первые сведения о сибирском нефрите появились в 20-х годах прошлого века. В 50-е годы энтузиаст камня горный инженер Г. М. Пермикин отправился на поиски камня в Саянские горы. По бурным рекам Оноту, Урику, Хороку, Оспа и другим, стекающим с высоких гольцов (гор, лишенных растительности), он обнаружил валуны нефрита. Следовательно, в верховьях рек должны были находиться коренные месторождения. Но долгое время найти их не удавалось. И только после многолетних поисков и странствий, порой в невероятно трудных условиях и с опасностью для жизни, Г. М. Пермикин обнаружил первое коренное месторождение нефрита в верховьях ручья Сахан-гор. В результате одной из экспедиций он вывез 150 пудов (2400 кг) нефрита, причем 12 крупных валунов весили 75 пудов. Кроме них был гигант — его масса измерялась 50 пудами! Глыба оказалась настолько неудобной для перевозки, что ее не довезли до Иркутска и оставили на Московском тракте. Восемь тонн саянского великолепного поделочного нефрита поступило на Петергофскую гранильную фабрику. После искусной обработки камнерезами в тонких пластинках, абажурах и колпачках на лампах проступил великолепный сочный зеленый тон с прелестным узором из жилок, складочек и пятен.

Ныне саянский нефрит широко используется для изготовления перстней, запонок, кулонов и других ювелирных изделий.

На глубинах не менее 40—50 км образовалась чрезвычайно своеобразная метаморфическая порода — эклогит. Она довольно редко встречается на земной поверхности. У нас эклогит известен на Полярном Урале вблизи Байдарацкой губы, на Южном Урале, в Казахстане, за рубежом — в Польше, ФРГ, штате Калифорния в США и в некоторых других странах.

Несмотря на небольшое распространение эклогитов на поверхности Земли, многие геологи, занимающиеся изучением состава и строения глубинных частей планеты, придают им большое значение. Они считают, что масса эклогитов не только возрастает в земной коре с глубиной, но что ими сложена нижняя часть земной коры и подстилающая ее верхняя мантия, по крайней мере под материками.

Типичный эклогит — темная мелко- или среднезернистая порода, состоящая из особой разновидности пироксена-омфацита и граната. Химический состав эклогита и габбро одинаков, но они различаются по минеральному составу, в эклогите вместо плагиоклаза появился гранат.

Разгадка образования эклогита выяснилась после опытов с кристаллизацией расплавленного базальта под большим давлением. Оказалось, что из расплава базальта под давлением в несколько тысяч атмосфер вместо плагиоклаза образуется гранат. Это значит, что базальтовый материал в недрах Земли на глубине в несколько десятков километров неустойчив и метаморфизуется с распадом плаги-

оклаза и образованием граната. Так возникла гипотеза об эклогитовом составе нижней части земной коры и верхней части мантии Земли.

Метаморфические породы «корней» гор

Хотя сильные метаморфические изменения происходят под совместным действием тепла и давления, но это вовсе не значит, что метаморфизм в разных участках земной коры (например, в основаниях горных сооружений и в спокойно залегающем осадочном чехле платформ) происходил одинаково. Различие в силе метаморфизма есть и, более того, оно очень существенно. Дело не только в том, что в разных участках земной коры скорость роста температуры с глубиной разная. Очень многое зависит от геологической истории этих участков — была ли она «спокойной» и не сопровождалась образованием складок, разломов и внедрениями магмы, или же была бурной, когда горные породы опускались на особенно большие глубины в недра Земли и там в обстановке высокой температуры и давления подвергались интенсивному метаморфизму, или, как его называют геологи, ультраметаморфизму.

Самый сильный метаморфизм происходит в глубоких частях горных сооружений во время бурных периодов их геологической истории. Испытав метаморфизм, они стали жесткими, как бы окостенели и после этого начали медленное, но неуклонное восхождение из глубин Земли к поверхности. Древнейшие горы, возникшие сотни миллионов лет назад, разру-



РИС. 23.
Полосчатый мигматит у с. Раздольного, Донецкая область.
Светлое — гранит, темное — остатки гнейса.

шены, и только геолог в таких выровненных местностях узнает корни некогда существовавших горных хребтов.

В нашей стране следы ультраметаморфизма мы можем увидеть в обрывах днепровских круч, в выходах кристаллических пород на Житомирщине, сглаженных морем скалистых берегах Белого моря и Карельского перешейка, по берегам Алдана и в других местах, когда-то находившихся в основании древнейших геосинклиналей.

Самая характерная порода «корней» гор — мигматит, что в переводе с древнегреческого значит «смешанный камень». Наименование породы очень меткое. В любом мигматите, каким бы он ни был — полосчатым, линзовидным, сетчатым, ветвистым и т. д.,— видно два материала: гранитный и метаморфический (рис. 23). При ультраметаморфизме изменение ве-

щества настолько велико, что оно плавится. Но вначале расплавляется не вся масса породы, а только те участки, которые состоят из смеси веществ, переходящих в расплав при самой низкой температуре.

Поскольку гранит по сравнению с другими легко плавится, а слагающие его минералы широко распространены, не удивительно, что в корнях геосинклиналей при метаморфизме выплавляются капли кислого расплава не только из гранитов, но также из гнейсов, песчаников и других пород. Они скапливаются и под огромным давлением проникают по ослабленным плоскостям гнейсовидности в еще не расплавившиеся, но находящиеся в пластичном состоянии, легко проницаемые метаморфические породы. Так возникли смешанные породы, в которых есть и остатки метаморфической породы, и новообразованный гранитный материал.

Ударный метаморфизм

До самого последнего времени казалось, что известны все пути образования горных пород и что в этом вопросе нельзя ожидать в будущем что-то принципиально новое. И все же природа преподнесла сюрприз.

После детального изучения огромных впадин на суше, возникших в результате падения метеоритов, пришлось говорить о новом типе метаморфизма. Особенно важным в этом отношении явилось изучение Попигайской котловины на севере Сибири в бассейне р. Хатанги, недалеко от побережья моря Лаптевых. Тщательное исследование ее, проведенное в последние годы В. Л. Масайтисом, М. В. Михайловым и Т. В. Селивановской, показало, что огромная впадина поперечником около 100 км образовалась в результате падения огромного метеорита и последовавшего за ним колоссального взрыва. Предполагают, что диаметр упавшего метеорита мог колебаться в зависимости от его состава от 0,6 до 1,5 км.

Взрыв при падении метеорита на землю происходит в результате перехода кинетической энергии в тепловую и испарения метеоритного тела при его торможении. Энергия взрыва при образовании Попигайского кратера оценивается гигантской величиной 10^{30} эрг. Чтобы надлежащим образом представить ее, укажем, что энергия взрыва Тунгусского метеорита (или кометы, по другим данным) в 1908 г. на много порядков меньше (10^{24} эрг).

В этой совершенно необычной физической обстановке проявился ударный метаморфизм. Осадочные породы и лежащие под ними докембрийские гнейсы и кварциты раздробились, образовав аллогенную брекчию на всей площади котловины. Она состоит из обломков горных пород различного состава и возраста размером от нескольких сантиметров до десятков метров, а самые крупные достигают высоты пятиэтажного дома! По своей разнокалиберности обломки аллогенной брекчии несравнимы ни с какой другой брекчией. Взрыв также вызвал появление огромного числа микротрещин в минералах гнейсов и кварцитов, отчего они стали ослепительно белыми.

В центральной части Попигайской котловины находятся своеобразные горные породы — импактиты. Они

образовались при распылении расплава, возникшего при катастрофическом ударе метеорита. Одни импактиты состоят из спекшихся обломков и лепешковидных кусочков различных стекол с обломками разнообразных пород и минералов. На многих обломках стекла видны струи и борозды, образовавшиеся в этом материале, когда он был пластичным и летел в воздухе с огромной скоростью.

Другие импактиты представляют собой темно-серые и синевато-серые стекловатые, иногда пузырчатые породы с многочисленными, часто оплавленными обломками гнейсов и их минералов. Показательно, что кварц, плавящийся при температуре 1710°, оплавлен. Это значит, что температура расплава была очень высокой, во всяком случае превышала температуру плавления кварца.

Огромные ударные нагрузки вызвали необычные изменения минералов. Кристаллы плагиоклаза в твердом состоянии аморфизовались и превратились в стекловатое вещество — маскелинит. Установлено, что для этого необходимо ударное давление в несколько сот килобар. О сильнейших механических деформациях также говорят многочисленные тончайшие пересекающиеся трещины в кварце и полевых шпатах, располагающиеся по определенным кристаллографическим плоскостям (так называемые планарные структуры). Интересно, что точно такие трещины в минералах получены при подземных ядерных взрывах.

Современная наука с ее глубокими знаниями свойств минералов и горных пород открывает нам новый мир явлений.

А. А. МАМУРОВСКИЙ

ДИКОВИННЫЕ КАМНИ

Есль глубже проникнуть в удивительный мир камня, то мы узнаём много неожиданного и любопытного. В самом деле, мало кому известно об огромных монолитах камня длиной в десятки метров; каменных «автографах» молний; странных знаках на плитах песчаников, известняков и других горных пород; естественных каменных трубах и столбах. Удивительны и съедобные камни. Об этих и некоторых других поразительных камнях пойдет дальше речь.

Гигантские монолиты камня

Все горные породы, независимо от происхождения и формы залегания, не представляют собой непрерывных тел — трещинами они разбиты на блоки. Особенно большие блоки называют монолитами. Монолитность камня — очень важное свойство, определяющее его применение в строительстве и искусстве. Для изготовления монументов и скульптур необходимы достаточно крупные блоки камня, лишенные даже тончайших сомкнутых трещин. Ведь каждая из них является потенциально слабым участком, поэтому не только при выветривании, но даже при обработке камень может треснуть вдоль нее. Монолиты обычно добывают из глубоких частей карьеров, где не проявилась разрушающая сила выветривания.

Размеры наиболее крупных монолитов неодинаковы для разных горных пород. Например, очень большие глыбы нефрита, найденные в долине р. Онот, весят до 9—10 т. Одна из самых крупных, если не самая круп-

ная глыба розового орлеца (великолепного поделочного камня) массой 47 т была обнаружена на Среднем Урале. Потом она превратилась в удивительный саркофаг массой 7 т, хранящийся в Петропавловском соборе в Ленинграде.

Глыба малахита в Медиорудянске около Нижнего Тагила весила 250 т. Чтобы воспользоваться этим дивным цветным камнем, монолит пришлось разбить на части и извлекать из глубины глыбами массой до 2 т.

Известны крупные монолиты яшмы массой до 10—12 т. Глыба яшмы, из которой вырезана знаменитая зеленая ваза в Эрмитаже, весила 40 т и с большими трудностями была вывезена из Ревневской каменоломни на Алтае.

Говоря о крупных монолитах, нельзя не упомянуть о дольменах — погребальных каменных домах доисторических людей. В нашей стране особой известностью пользуются дольмены Черноморского побережья Кавказа. Каждый дольмен — это гигантский прямоугольный ящик из четырех боковых каменных тесаных плит с плоской крышей. Дольмен в Эшери (Абхазия) сложен из очень тяжелых каменных плит длиной 3,7 м и толщиной до полуметра. Только одна крыша весила 22,5 т. Нелегко было поднять такую тяжесть на уровень стен дольмена, когда не было никаких механизмов. По-видимому, в подъеме крыши Эшерского дольмена участвовало много десятков человек.



РИС. 24.
Гранитная Александровская колонна в Ленинграде.

Самые крупные монолиты сложены гранитом. Прежде всего нужно сказать о выборгском рапакиви (грубозернистом граните особого строения), многие монолиты которого пошли на возведение исторических сооружений в Ленинграде. Крупнейшим из них был монолит, из которого высечена Александровская колонна, воздвигнутая на Дворцовой площади в Ленинграде. При первоначальной длине 30 м он весил 3700 т! После обработки длина уменьшилась до 25,6 м, но и в этом виде Александровская колонна (рис. 24) остается крупнейшим

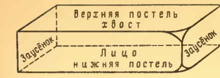


Рис. 25.
Заготовка монолита гранита и ее части.

монолитом в мире. Вместе с постаментом и бронзовой фигурой она поднимается на 47,5 м.

Сейчас мало кто знает, как добывались гигантские монолиты гранита, да еще в то время, когда техника была очень примитивной и по существу не отличалась от простых механизмов античного времени. Выламывая монолиты выборгского рапакиви, каменотесы знали, что гранит трещинами разбит на горизонтальные параллелепипеды. Переднюю его часть называли «лицо», заднюю — «хвост», верхнюю горизонтальную грань — «верхней постелью» и нижнюю — «нижней постелью». Боковые грани гранитного параллелепипеда именовались «заусёнками» (рис. 25).

При выломке камня в стенках карьеров, как правило, были открыты только лицо и верхняя постель монолитов и иногда один из заусёнков. Для отделения монолита по нижней постели делали глубокую горизонтальную выемку с помощью небольших зарядов черного пороха. Со стороны заусёнка скважины располагались очень плотно, образуя почти сплошную щель. Очень важная работа велась со стороны верхней постели — параллельно оси монолита проходили паз глубиной 30 см, а затем с его дна через каждые 30 см закладывались скважины по всей высоте отделяемой призмы. Делалось это для того, чтобы ослабить сцепление камня со скалой. Затем в скважины вставлялись клинья и ударами по ним все сильнее развивали ослабленную зону, уже намеченную скважинами, до появления трещины и в конце концов отделяли каменную призму от скалы. Монолиты вчерне обрабатывали на месте и затем перевозили по воде до берегов Невы к месту постройки.

Именно таким образом был обработан монолит Александровской колонны. Потом он был приподнят 9 воротами и сброшен с уступа карьера с высоты 3,7 м на подстилку из еловых ветвей.

Крупные монолиты гранита широко применяют для изготовления памятников. Для памятника Карлу Марксу в Москве скульпторы после длительных поисков в разных уголках нашей страны остановили свой выбор на сером граните Кудашевского месторождения в Днепропетровской области. В нем очень хорошо выражена протяженная пластовая отдельность, иногда по длине достигающая 50 м при толщине монолитного горизонта до 3,6 м. Отсюда был добыт монолит гранита размером 15×5×3,6 м и массой 750 т. Его выкалывали без взрывов путем густого расположения скважин общей длиной более пяти тысяч метров. Транспортировка монолита по проселочной дороге от карьера до железнодорожной станции на расстояние 10 км даже при современной технике была нелегким делом. Монолит поместили на специальные огромные металлические сани, которые тащили десять танковых тягачей. Чтобы сани лучше скользили, дорогу спрофилировали и посыпали 10-сантиметровым слоем глины.



Рис. 26.
Гранитные скульптуры атлантов у входа в Новый Эрмитаж.

В наше время для добычи и обработки монолитов все больше применяют раскаленный газ, вытекающий из специальной горелки. У ручного термоотбойника удобная форма пистолета, масса его не превышает двух с половиной килограммов. Работает он на сжатом воздухе и жидком горючем — бензине или керосине. Термоотбойник по производительности значительно превосходит пневматический инструмент такого же назначения.

В последние годы сконструированы специальные терморезаки, снабженные своеобразными ракетными микродвигателями. Таким термическим ножом можно, например, аккуратно вырезать из скалы каменный блок объемом до 80 $м^3$. Автомат для резки горных пород успешно испытан и применяется в одном из гранитных карьеров Житомирской области. С его помощью обрабатываются облицовочные плиты, предназначенные для декоративной отделки станций Харьковского метрополитена.

Издавна из гранитных монолитов высекали скульптуры и ансамбли. Великолепным примером такого ансамбля в Ленинграде служит вход в Новый Эрмитаж (продолжение Зимнего дворца) со стороны улицы Халтурина. Десять 5-метровых фигур атлантов из серого сердобольского гранита, образующие портик, поддерживают на своих могучих плечах балкон (рис. 26).

Пожалуй, одним их самых грандиозных ансамблей гранитных скульптур

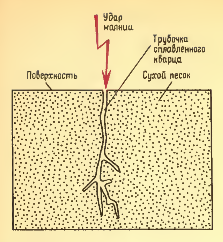


РИС. 27.
Схема образования фульгурита.

служит композиция в одном из городских парков Осло, протянувшаяся на 850 м. Ее творец Густав Виделан отдал 40 лет жизни созданию этого ансамбля. Около двухсот скульптур из гранита, своего рода каменная симфония, изображают жизнь человека от рождения до смерти, рисуя замкнутый и вместе с тем бесконечный круг жизни. Самая высокая деталь композиции — 17-метровый обелиск из светлого гранита. Под резцом скульптора холодный гранит ожил, мы видим переплетение бесчисленных человеческих тел, по спирали карабкающихся вверх.

«Громовые стрелы»

Своеобразные трубки из переплавленного стекла или следы оплавления крепких горных пород, образовавшиеся при ударах молний, в народе называют громовыми стрелами. В науке они известны под названием фульгуриты (от латинского слова «фульгур» — молния) и по существу представляют собой «автографы» молний (рис. 27).

Фульгуриты встречаются довольно редко. О фульгуритах писал Чарлз Дарвин в своем «Путешествии на корабле Бигль». Он видел эти образования в прибрежных дюнах близ Мальдонадо в Южной Америке. В тех местах рыхлый песок, не закрепленный корнями растений, постепенно передвигается ветром и в ряде мест на поверхность выходят фульгуриты, торчащие над местностью. Обычно встречаются не целые фульгуриты, а их обломки. Судя по количеству фрагментов, фульгуриты первоначально уходили на большую глубину. Разгребая песок вокруг одной из таких трубок, Дарвин проследил ее на глубину 60 см; в другом месте, соединив несколько обломков, он получил фульгурит длиной 165 см.

Внутренняя поверхность фульгуритов состоит из сильно блестящего кварцевого стекла с гладкой поверхностью. Поперечник трубок обычно 1—2 см, но встречаются и более крупные — до 3—4 см. Их внешняя поверхность очень шероховатая, состоит из песчинок, соединенных кварцевым стеклом. У трубок далеко не всегда круглое сечение. Чаще они сжаты и покрыты продольными бороздками, по внешнему виду напоминая древесный корень. По-видимому, бороздки возникли в результате давления, которое оказывал песок на трубку в то время, когда ее вещество было расплавлено. Сходство с корнями деревьев увеличивается по мере углубления трубки, которая ветвится, искривляет-

ся у своего окончания и уменьшается в поперечнике до ниток.

Довольно много фульгуритов обнаружено в Польше у Старциново. Размер трубок колеблется от средней толщины руки до толстой вязальной спицы. Наиболее тонкие трубочки прозрачны и очень хрупки. Поперечное сечение трубок круглое, ребристое и сплюснутое. Толщина стенок изменчива. У фульгуритов поперечником 1,5—2 см толщина стенок небольшая, всего 1—2 мм. В других случаях она много больше, во внутренний канал свободно проходит толстая иголка. Самый крупный фульгурит по длине достигает 218 см. Судя по литературным данным, «чемпионом» среди фульгуритов является остеклованная трубка из Кумберленда в Англии длиной 10 м.

Следы удара молний встречаются и в твердых горных породах, но там они не так характерны, как в рыхлых песках. Они обнаружены на Малом Арарате, горных вершинах Америки, Альп и других горных цепей.

Фульгуриты в скальных породах представляют собой дырчатые углубления, покрытые темно-зеленым стеклом.

Находки ветвящихся фульгуритов интересны в нескольких отношениях. Во-первых, они свидетельствуют о том, что в момент их возникновения песок был сухим. Во-вторых, когда нет уверенности в нормальном залегании пластов, по фульгуритам можно определить действительное их положение. Разветвление фульгуритов, их «корневая система», направлено к подошве пласта. А если корни фульгуритов направлены вверх, следовательно, пласт опрокинут.

Знаки на камнях

Слоистые породы обычно легко разделяются на пластинки и плитки, на поверхности которых можно увидеть разнообразные следы прошлого. На них встречаются различные знаки, прежде казавшиеся загадочными и таинственными, но изучение их показало, что они образовались обычными путями. Среди них волноприбойные знаки, запечатлевшие откатившуюся волну, бороздки, оставленные морскими течениями, следы ползавших и ходивших животных, трещины усыхания на поверхности древних илов, причудливо изогнутые слои оползших осадков и следы других явлений.

В слоях горных пород иной раз сохраняется такое, что будто бы противоречит здравому смыслу. Например, отпечатки медуз. Ведь медузу не так просто вынуть из воды; водянистое, похожее на кисель тело не удерживается в руках и легко проскальзывает между пальцами. И все-таки отпечатки медуз иногда прекрасно сохранились в горных породах, возраст которых достигает 600—700 млн. лет.

А вот другой чрезвычайно редкий случай. Несколько лет назад американские геологи опубликовали фотографию, впоследствии перепечатанную «Комсомольской правдой». На камне виден отпечаток окуня, подавившегося слишком крупной для него рыбой.

Что же случилось с рыбами? Около 40 млн. лет назад на территории штата Вайоминг в Северной Америке разлились воды большого озера. Обитали в нем и наши хищный окунь и безобидная сельдь. И так случилось, что

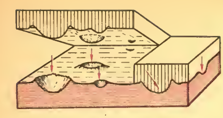


РИС. 28.
Слой глинистого сланца с ямками от дождевых капель и градин. В подошве верхнего пласта видны слепки дождевых капель и градин. Стрелки указывают направление падения капель и градин.

как-то состоялась трагическая для обеих рыб встреча. Окунь, как бывало и раньше, набросился на беззащитную селедку, но не заметил, что она велика и... подавился.

Трагический для рыб и занимательный для нас случай дошел до нашего времени благодаря удачному стечению обстоятельств. Погибшие рыбы вместе погрузились на дно и быстро покрылись илом. А ил под тяжестью новых отложений за многие миллионы лет уплотнился и превратился в прочный камень. Захороненные в нем рыбьи кости пропитались минеральными солями и оставили на каменной плитке редкий след трагического события далекого прошлого.

На серой плитке мергеля видны многочисленные бороздки, похожие на паутину или лучи, расходящиеся во все стороны. Присмотревшись к бороздкам, заметим, что они словно граненые — бока их плоские и пересекаются между собой под углами 30 и 60°. Если поверхность мергеля немного покороблена, тогда бороздки чуть изогнуты.

Чтобы понять происхождение бороздчатых узоров, припомним морозное утро. Перед этим прошел обильный дождь и во многих местах на глинистой почве образовались лужи. Ночь была холодная и вода в лужах замерзла. Сверху — зеркальная гладкая ледяная поверхность, снизу она покрыта ледяными ребрами, «морозным узором». Осторожно снимем ледяную корочку и тогда под ней на глине увидим отпечатки игольчатых кристаллов льда. Они в точности отвечают бороздкам на мергеле. Бороздки и скопления их в виде паутины на камне — свидетели былых заморозков. Вслед за ними отпечатки ледяных лучей покрылись илом, окаменели и в «запечатанном» виде дошли до наших дней.

В окаменевшей глине на ровной поверхности напластования встречаются небольшие круглые углубления, напоминающие кратер в миниатюре. Это следы дождевых капель и градин. Дождевые капли и градины, падавшие на мягкий осадок, например на ил у берега моря или озера, образовали ямки с кольцевыми валиками. Форма ямок зависела от направления падения капель дождя и градин: она круглая, если капли воды или градины опускались вертикально, и эллиптическая, если они падали наклонно. Интересно, что при наклонном падении капель край эллиптической ямки выше на той стороне, в направлении которой она опускалась. Эта особенность формы ямок позволяет определять направление дождевых струй.

Нередко геологу приходится иметь дело не с отпечатками дождевых капель и градин, а с их слепками, своего рода «негативами» рельефных образований. Они похожи на маленькие волдыри или бородавки. Негативные

отпечатки дождевых капель и градин изображены в основании верхнего пласта на рис. 28.

При благоприятных условиях можно отличить следы дождевых капель от градин. Отпечатки ударов градин обычно шире и глубже, чем следы от падения дождевых капель, и притом они менее правильной формы и с шероховатыми краями.

В 1885 г. знаменитый австрийский геолог Э. Зюсс описал новый тип следов на камне, названный им «автографами землетрясений». На поверхности каменной плитки, найденной около Праги, он обнаружил пилообразные зазубрины, возникшие при царапании твердыми зернами песка мягкой поверхности сланца. Позже были сделаны подобные находки и в других местах. В 1926 г. английские геологи Челлинор и Виллиамс сообщили о подобных знаках на поверхности силурийских сланцев в Южной Англии. Эти знаки по существу представляют собой графики древних землетрясений, естественные ископаемые сейсмограммы.

Довольно часто на поверхности встречаются причудливые углубления, похожие на следы необыкновенных существ — и это на самом деле так. Камень превосходно сохранил следы вымерших животных. Они вызывают огромный интерес у ученых. По таким следам восстанавливают картины жизни в геологическом прошлом.

Каменные трубы и столбы

В ущельях пустынной возвышенности Чохрак на полуострове Челекен в Каспийском море в ряде мест видны торчащие из земли красные трубы и столбы. Довольно часто они располагаются на одной линии, иногда группами, похожими на трубы оргáна. Диаметр столбов изменяется от нескольких сантиметров до 1—2 м, высота не превышает 3 м. Их можно принять за руины какого-то старинного сооружения, но в действительности это геологические образования, возникшие при взаимодействии поднимавшихся подземных вод с горными породами.

Как же возникли каменные трубы и столбы? В глубоких водоносных горизонтах при недостатке свободного кислорода подземные воды существуют в восстановительных условиях и, соответственно, растворенное железо находится в двухвалентной форме. Поднимаясь по разломам к поверхности, воды попадают в окислительную обстановку. Двухвалентное железо окисляется, переходит в менее растворимую трехвалентную форму и, выпадая в виде гидроокислов, заполняет поры в горной породе около трещины. Дальнейшее поступление подземной воды и выпадение гидроокислов железа приводит к образованию подземного «железного» столба, который при благоприятных условиях может выйти на поверхность. То же происходит в соседних участках разлома. Возникают подземные столбы, располагающиеся на одной линии.

Восточное побережье Каспия лежит в пустынной местности, сильные ветры разрушают поверхность, и тогда верхние части столбов оказываются над землей, как на Челекене.

Но подземные воды не только создают каменные столбы, но и разрушают их. Поднимающиеся подземные воды, оказавшись в новой химической обстановке, растворяют на своем



РИС. 29.
Известняковые столбы и трубы Дикилиташа, Болгария. Фото П. П. Кириченко.

пути ранее образовавшиеся минералы, оставляя на месте только наиболее устойчивые, как, например, кварц. Получается своеобразная труба с крепкими железистыми стенками и пористой внутренней частью. Такая каменная труба иной раз становится природным «водопроводом», через него вода вытекает на поверхность, оставляя после себя гидроокислы железа, карбонат кальция и даже самородную серу.

Крайне своеобразны действующие каменные водопроводы в Южном Дагестане на мысе Башлы, по которым с глубины 2 км поднимаются горячие воды с температурой 60—70°. Часть труб торчит у самого берега и вытекающая из них вода сильно отличается от морской. В глубинных горячих водах много йода, брома и сероводорода и поэтому местные жители с успехом используют их в лечебных целях.

Выпадение минералов из подземных вод происходит не только при смене восстановительной обстановки на окислительную, но и при изменении других физико-химических условий — температуры, давления, удаления газов и др. Именно таким образом возникли известковые столбы и трубы, когда из поднимавшихся глубинных вод при снижении давления и температуры выпал углекислый кальций. Несколько лет назад в Дагестане в районе города Каякента при прокладке канала в дюнах и рыхлых морских песках неожиданно встретили известковые трубы. Они оказались настолько крепкими, что ни экскаваторы, ни бульдозеры не смогли их разрушить. И до сих пор торчат каменные трубы в русле канала, похожие на сваи разрушенного моста, поставляя на поверхность горячие воды.

С каменными столбами и трубами Дагестана перекликается «каменный лес» Болгарии. По обе стороны шоссе Варна—София у Дикилиташа поднимаются многочисленные вертикальные колонны из известняка высотой 5—6 м и диаметром до 1,5 м (рис. 29). Многие из них полые и похожи на грубо вытесанные из камня трубы. Столбы и трубы стоят то группами, то выстроились, словно на параде, в ровные ряды. Вертикальные борозды придают им сходство с руинами дорических колонн, и порой кажется, что находишься среди развалин античного города. У с. Грамады в северо-западной Болгарии известен другой «каменный лес» поменьше. Он похож на вы-

рубленный лес, от которого остались только пни.

До сих пор нет удовлетворительного объяснения образования «каменного леса» Болгарии. Конечно, это не окаменевшие деревья — в известняковых столбах нет никаких признаков их растительного происхождения. Колонны состоят из известняка с остатками ископаемых моллюсков третичного периода. Может быть, это фигуры выветривания? Но столбов так много и они распространены на столь обширной территории, что их образование нельзя объяснить выветриванием. Высказывалось предположение, что столбы Дикилиташа представляют собой своего рода известковые стяжения в рыхлом песчанике. Но тогда непонятно, почему они приняли только форму вертикальных столбов. Рассматривают их и как своеобразные натечные образования, возникшие при просачивании известкового раствора через песок. Но едва ли это так, ведь подземная вода растекается в стороны.

Профессор Л. Ш. Давиташвили и болгарский геолог К. Р. Захарова-Ковачева предполагают, что на месте каменного леса в прошлом расстилалось неглубокое море с зарослями крупных многолетних растений, скорее всего огромных бурых водорослей или деревьев, наподобие современных мангровых. Они выделяли углекислый кальций, который, словно панцирем, окутывал стволы. После гибели растения и его разложения оставалась известковая оболочка в виде каменной трубы.

Каменные столбы Дикилиташа очень похожи на известковые столбы и трубы Дагестана, и иные образующиеся на глазах человека. Так не образовались ли они за счет минерализованных подземных вод, поднимающихся по разломам?

«Съедобные» камни

В витринах геологических музеев можно встретить немало «вкусных» (по названиям) минералов и горных пород.

Глубоко в недрах течет подземная вода. Хотя внешне она прозрачна как слеза, но в ней растворены различные вещества. Когда вода фильтруется через известняки, в ней больше всего углекислого кальция. Поступая на поверхность, известковый раствор попадает в условия пониженного давления и становится неустойчивым. Из него выпадает углекислый кальций, образуя эффектные каменные занавесы, сталактиты и сталагмиты. Иногда углекислый кальций в виде муки покрывает стены и пол пещер. Его называют горной мукой. Если же тончайшие частички углекислого кальция взвешены в воде, получается «лунное», или «горное молоко».

В пещерах встречаются причудливые скопления карбоната кальция, похожие на виноградные гроздья — «каменный виноград». Там же можно найти возникшие сходным образом «гороховые» и «икряные камни». Иногда их сопровождают изящные «каменные цветы».

В некоторых месторождениях железных руд накапливаются мелкие чешуйки кристаллов гематита (по составу окись железа). Пропитанные водой скопления чешуек гематита в виде кашеобразной массы известны под названием «железной сметаны».

«Шоколадной рудой» назвали смесь никелевой руды с водными окислами железа. Она найдена на Урале в окрестностях Ревды и Уфалея, на острове Новая Каледония и в некоторых других местах. Не обошлось в мире камня и без своих «жиров». Самый распространенный среди них — «жировик». Так называют плотные скопления талька со скользкой, словно покрытой жиром, поверхностью.

Из съедобных камней, действительно употребляемых в пищу, на первое место надо, конечно, поставить обычную поваренную соль (хлористый натрий), в минералогии известную как галит. Без этого соленого на вкус минерала немыслима жизнь человека и животных. Известно, что человек ежегодно потребляет в среднем 8 кг соли! Громадное значение соли в жизни человека отражено в этимологии слова. Французские слова «sold at» (солдат) и «so laire» (жалованье) происходят от латинского слова «sel» (соль). Связь между этими, на первый взгляд, далекими друг от друга понятиями состоит в том, что римляне расплачивались со своими наемниками солью.

Довольно широко употребляется в пищу глина. На севере Дальневосточного края встречаются залежи белой глины, которую местные жители — эвенки и эвены — называют «земляной сметаной» и охотно едят как самостоятельное блюдо или вместе с оленьим молоком. В естественном состоянии «земляная сметана» бела как снег и похожа на студень. Образовалась она путем переотложения продуктов выветривания светлых стекловатых лав. По-видимому, она состоит из каолинита.

Употребление в пищу глин — традиция некоторых народностей не только приполярных, но и жарких мест. В Средней Азии, например, широко известна съедобная глина Хорезма. В некоторых районах Африки, Австралии и океанических островов местные жители в торжественных случаях подают на стол определенные сорта белых, голубых и зеленоватых глин для особо уважаемых гостей. Этим блюдам приписывают бодрящие и лечебные свойства.

Некоторые африканские племена почитают за лакомство жирную битуминозную глину, встречающуюся на дне озер. Подобную глину находят и в некоторых уральских озерах, ее темная окраска обязана продуктам распада микроорганизмов, населявших озера.

Землеедение весьма обычно в Иране. В стране даже в урожайные годы на базарах вместе с разнообразными пищевыми продуктами продают съедобную глину из Магеллата и Гивеха. В прошлом в Италии было широко распространено кушанье под названием «алика», состоящее из смеси пшеницы и нежного мергеля из окрестностей Неаполя. Считают, что мергель придает блюду белый цвет и мягкость.

«Хлебом Тенгу» (таинственного горного духа, благосклонного к людям) жители Японии называют встречающуюся высоко в горах на скалах съедобную массу. Она состоит из скопления съедобных микроорганизмов, толстым слоем покрывающих камни на большом протяжении.

В капиталистических странах издавна фальсифицировали пищевые продукты, прибавляя к ним порошки разных минералов. На первое место среди минералов-фальсификаторов мож-

ио поставить барит, или тяжелый шпат. Он легко размалывается в муку, дешев и тяжел, поэтому его часто подмешивали к товарам, продаваемым на вес. Особенно охотно прибавляли барит к пшеничной муке. А. Е. Ферсман писал, что одно время в Германии фальсификация муки приняла настолько крупный масштаб, что для борьбы с ней даже запретили добычу барита.

Совсем необыкновенные камни

Все камни, о которых до сих пор шла речь, несмотря на их разнообразие, объединяет общая особенность — они являются внешними образованиями по отношению к человеку и другим существам. Но мир камня настолько обширен, что в нем есть место и камням совсем иного рода, а именно — заключенным в живых организмах. Таких камней немного и о них следует рассказать.

Начнем с гастролитов — «желудочных камней», встречающихся в желудках моржей, тюленей и многих китообразных. Это хорошо окатанные гальки, причем среди них не редкость довольно крупные, размером до 5—7 см. Общая масса галек иногда достигает многих килограммов. Например, в желудке шароголового дельфина нашли 9,5 кг гальки, из них самая крупная весила 340 г!

Вопрос о том, как попадают камни в желудок морских млекопитающих, давно занимает зоологов. В середине прошлого века некоторые исследователи считали, что гренландский тюлень глотает камни как балласт, чтобы легче «рассекать морскую хлябь могучей грудью». Биологи нашего времени — М. М. Слепцов, А. Г. Томилин и др.— предполагают, что гастролиты играют роль своего рода жерновов для перетирания пищи в желудке. Возможно, что часть гастролитов попала в желудок случайно, вместе с пищей со дна.

Наблюдения над тюленями в зоопарках показали, что после кормежки и переваривания пищи они отрыгивают гастролиты. Это явление объясняет находки гальки в таких местах, где она по геологическим законам не должна встречаться. Например, при обследовании островов далеко к югу от Новой Зеландии обнаружили россыпи гальки различных горных пород. Выяснилось, что галька была перенесена морскими львами за 250 км с другого острова.

Гастролиты были и у крупных животных прошлых геологических эпох. В. Барнум описал желудочные камни плезиозавров — крупных рептилий, живших в юрский период. Найдены гастролиты и у динозавров. Возможно, что некоторые валуны и гальки в угольных пластах, где им по всем геологическим данным нет места, представляют собой не что иное, как ископаемые гастролиты.

К органическим минеральным образованиям нужно также отнести слуховые камни рыб, или отолиты, представляющие собой стяжения кристаллов углекислой извести. Они помещаются в слуховых органах рыб, находящихся в костяных камерах позади глазниц. В камере, заполненной жидкостью, плавает множество мелких отолитов и три крупных. Интересно, что по слуховым камням камбалы, трески, наваги и некоторых других

рыб можно определить их возраст. Эта возможность связана с тем, что каждый год на отолитах нарастает новый известковый слой и на них в поперечных разрезах хорошо видны концентрические круги, похожие на годовые кольца деревьев.

Но, пожалуй, самые необычные из всех «внутренних» по отношению к живым существам те камни, которые образовались при отклонениях от нормальной жизнедеятельности. Например, при нарушении солевого обмена в почках человека возникает почечный песок и камни. Почечные камни бывают довольно крупные (до 4—5 см), форма камней — самая причудливая. Среди них и одиночные камни караваеобразной формы, и сросшиеся, и изогнутые как молодой месяц с острым концом, и совсем странные, напоминающие трезубец гладиатора. К тому же поверхность камня нередко густо усажена шипами и другими наростами.

КАМЕНЬ И ПРОШЛОЕ ЧЕЛОВЕКА

История камня начинается с отдаленнейших эпох существования человека.

А. Е. ФЕРСМАН

Человек широко использовал горные породы и минералы уже сотни тысяч лет назад. Как прочный и трудно разрушаемый материал, камень наравне с керамикой и металлом стал основным источником передачи через века творческих замыслов и технических идей человека. В истории материальной культуры он сыграл особую роль благодаря своей великолепной сохранности, в нем многие народы выразили свою самобытность. Часто культурное наследство страны тем богаче, чем многочисленнее его каменные памятники.

Ряд свойств камня определили большую роль его в развитии культуры: использовались вязкость (нефрит), способность обтесываться и принимать желаемую форму (кремень, вулканическое стекло), однородность и прочность (яшма), легкость обработки (селенит, тальк, пирофиллит), декоративность некоторых камней, отличающихся красивым цветом и особым блеском. Эти ценные свойства, во многих случаях свойственные только камню и не встречающиеся в других материалах, определили основные пути использования горных пород.

Камень применяется во многих областях деятельности человека. В первобытном обществе это был прежде всего материал для изготовления орудий домашнего обихода, ремесел, промыслов и оружия. Из камня изготовлялись скребки, лопаточки, чаши, жернова для растирания зерна, ножи, топоры, наконечники для копий и стрел, молотки, шила, грузила для рыбной ловли, пряслица и другие предметы.

В древности камень служил деньгами. Известно, например, что в Китае

в каменном веке деньгами былн куски нефрита, да н ныне кое-где в Африке расплачиваются брусками каменной соли, на Сулавесн — агатом, на Ново-Гебрндскнх островах — мраморными кольцами. Но особенно своеобразны самые крупные по размерам в мнре каменные деньгн по острове Яп в Тнхом океане. Это «фе»— дискн нз минерала арагоннта (особой разновидностн углекислого кальцня), днаметром достнгающие пятн метров.

Камень нашел шнрокое прнмененне в строительстве, архнтектуре, скульптуре и декоратнвном нскусстве. Сначала использовалн «днкнй» (необработанный) камень при строительстве первых незатейливых домов, а затем уже древнне египтяне, возводя пирамиды н дворцы фараонов, вытесывалн крупные блокн нзвестняка н высокне (до 20 м) граннтные колонны. Археологические раскопкн показалн, что тесаный камень применен в кладке стен древней Трон. Затем в убранстве дворцов и общественных зданнй появился цветной камень. Из него высекалн архнтектурные украшения н скульптуры. Граннт оказался лучшим матерналом для велнчавых фигур, белоснежный нлн чуть розоватый мрамор стал незамеиимым для передачн красоты человеческого тела, черный базальт — для скорбных фигур.

Редкость н трудность добычи красивого камня прнвлеклн к нему первобытного человека, настраивая на мнстнческнй лад. Неуднвнтельно, что цветной камень получнл прнмененне в релнгиозных обрядах. Появилась вера в целебные свойства камня, местами сохранившаяся до снх пор. Именно ею объясняется традиция носить камень на теле в виде амулета нли талнсмана, якобы предохраняющего человека от болезней н «дурного глаза». Из цветного камня сделаны сниие скарабен древних египтян, жертвенные пластинки, высечены «священные сосуды» хрнстнанскнх церквей.

Красота н прочиость камня сделали его одним из важнейшнх матерналов в искусстве. Вставкн браслетов изготовлялись нз агата, оникса, нефрнта, сердолнка; броши — нз агата, лазурнта, малахита; письменные приборы и пепельницы — из яшмы, нефрита, орлеца. Исключнтельно красивы столешнницы, особенно мозаичные. Прочный камень послужнл превосходным матерналом для нзготовлення печатей, эмблем н деловых знаков. Из камня сделаны ассиро-вавнлонскне цнлнндры — печатн н антнчные геммы.

Зная несокрушимость камня, людн запечатлевалн на нем нсторнческне события. Базальтовый столб с высеченными на нем клинописными знаками 282 законами вавнлонского царя Хаммурапи сохраннлся с XVIII в. до н. э. На каменных плитах в Элладе, Рнме н другнх древннх государствах высечены декреты н другие тексты, которые помогли восстановить важнейшне события далекого прошлого.

Из базальта также изготовляли приборы, рассчнтанные на долговечность. В столнце Мексики хранится уникальный Камень Солнца, нли, как его называют, календарь ацтеков. Это огромный 25-тонный базальтовый монолит в внде круга диаметром около четырех метров. Сколько лет камню, ннкто не знает. Но по нему н ныне с удивнтельной точностью определяют перноды двнжения небесных тел, срокн солнечных и лунных затменнй, даты сбора урожая.

Камень нашел прнменение и в музыке. В древнем Китае мелоднчные

звуки извлекали из подвешенных нефритовых пластинок различной толщины и размера. Древнейший каменный музыкальный инструмент обнаружен при раскопке неолитической стоянки во Вьетнаме. Он состоит из одиннадцати плит роговика массой от 11,5 до 4,8 кг каждая. Музыкальные плиты располагались горизонтально, как у современных ксилофонов. Этот инструмент, названный литофоном, хранится в Музее Человека в Париже. Чувствительность каменных плит литофона необычайная — достаточно легкого прикосновения, чтобы они мгновенно мелодично зазвучали. Звуковое расстояние между первой и десятой плитами составляет октаву и один тон.

Камень и первобытный человек

Далекий каменный век. Сырая, полутемная пещера — жилище первобытных людей. У входа сидит на корточках полуобнаженный, с перекинутой через плечо звериной шкурой человек. Острым, грубо обитым камнем он старается придать задуманную форму другому камню. Так на заре культуры человечества зародилась обработка камня.

Хотя изучение предметов древнейшего мира началось давно, изделия каменного века стали собирать и исследовать только в XVI в. До этого такие предметы были непонятны и с ними были связаны различные суеверия, а иногда курьезные истории. Известно, например, что византийский император Алексей Комнен послал в 1081 г. императору Генриху IV в числе других подарков оправленный в золото каменный топор, считавшийся «небесным». Только после великих географических открытий, познакомивших Европу с Америкой, Азией и Африкой, и рассказов мореплавателей и миссионеров о народах, изготовляющих утварь и оружие из камня, костей и дерева, началось изучение каменных изделий первобытного человека.

По изделиям из камня можно судить о жизни первобытного человека. Нанося случайные удары камнем, человек заметил, что если отлетают осколки, камень становится острее. Так у первобытного человека появилось желание обрабатывать камень. С того времени (примерно миллион лет назад, а по новейшим данным несколько миллионов лет) начинается палеолит (древнейший период каменного века). Палеолит длился многие сотни тысяч лет. За это время усовершенствовалась обработка камня, и первобытный человек стал использовать многие виды горных пород. Вначале это были грубые массивные орудия с неровными краями — рубила, служившие универсальным орудием в охоте и быту. Позже появляются ножи и наконечники копий, пилообразные скребки. Топоры приобретают правильную, с геометрическими контурами форму, лезвие становится прямолинейным. Каменные изделия становятся тоньше и легче благодаря новому способу обработки камня путем надавливания.

Кремень сначала был единственным каменным материалом для изготовления орудий и оружия. Это объясняется присущими ему свойствами и

широким его распространением в Азии и Европе, где зародилась человеческая культура. Твердость и хрупкость кремня позволяла легко разбивать его. Затем человек начинает использовать обсидиан, кварцит, песчаник, жильный кварц, яшмы, халцедон, окремнелый известняк, полевой шпат, нефрит, железный колчедан и др.

В местностях с большим количеством кремня или другого подходящего камня возникали настоящие мастерские по обработке камня или, как их называют археологи, «каменные кузницы». Посредством меновой торговли изделия из камня распространялись на большие расстояния.

В мезолите совершенствуется техника изготовления кремневых орудий, а размеры орудий с правильными геометрическими очертаниями трапеций, сегментов и ромбов, становятся небольшими (2—3 см). Они вставлялись в деревянную или костяную оправу, и таким путем получались своеобразные ножи, стрелы и т. п. В это время появились лук и стрелы, значительно облегчившие охоту. На каменных стенах пещер древний человек изображал многофигурные сцены сражений, охоты, загона животных. Силуэты животных заливались черной или красной краской, а человеческие фигуры наносились схематично, отдельными штрихами. Картины древних художников удивительно выразительно передают движение.

В неолите (новый каменный век) кремень по-прежнему служит важнейшим материалом для изготовления острых режущих или заостренных инструментов и мелких орудий. Нужда в камне заставила человека не только расширить поиски на поверхности земли, но и перейти к добыче под землей. Это были зачатки горного дела. Древние подземные разработки кремня в виде колодцев и шахт обнаружены в Бельгии, Франции, Англии, Италии (Сицилия), Польше, Швеции и других странах. Инструментами первых горняков служили каменная кирка (ею разрыхляли грунт) и каменный молот (с его помощью разбивали камень). Использовалась также кирка из оленьих рогов. Уже в те чрезвычайно отдаленные времена применяли огонь и воду для облегчения тяжелой работы по раскалыванию камня.

В Бельгии археологи открыли древнейшие шахты по добыче кремня. У селения Спиени одна из них достигает 17 м в глубину и почти по всей высоте имеет одинаковый поперечник — около метра. У дна шахты отходят в стороны низкие, но достаточно широкие горизонтальные ходы. Древние горняки заботились и о своей безопасности — для предотвращения обвалов в подземных галереях оставлялись земляные подпоры (теперь их называют охранными целиками), а чтобы в отработанных местах не случались обвалы и не угрожали соседним, где проводилась добыча, галереи засыпали землей и щебнем. Спиенская шахта служит наглядным примером высокого мастерства человека неолита в проходке горных выработок.

В неолите техника обработки каменных орудий достигла высокого уровня. Каменные изделия становятся не только изящными и легкими, но многие из них шлифуются и полируются. Поэтому неолит еще называют веком «шлифованного камня». Шлифовка топоров, молотков, долот, наконечни-



РИС. 30.
Каменные орудия из неолита Скандинавии.

ков палиц производилась сухим и влажным песком. Эти изделия настолько совершенны по своим пропорциям и качеству отделки, что в них мы узнаем формы современных орудий труда — молотков, ножей, долот, скребков и т. д. (рис. 30). Сходство настолько велико, что кажется, будто они выполнены по современным образцам.

Археологи до сих пор не до конца разобрались в довольно искусной технике изготовления разнообразных каменных орудий. Например, неясно, какими приемами пользовался первобытный человек, изготовляя мелкие кремневые и халцедоновые режущие призматические пластинки абсолютно правильной геометрической формы, найденные в одном из якутских погребений четырехтысячелетней давности. Микролиты вкладывали в пазы костяных оправ, получая таким образом ножи и пилы любой формы.

Эти пластинки удивительны в нескольких отношениях. Хотя камень

всегда раскалывается по кривой плоскости, но поверхности этих пластинок совершенно плоские и не несут никаких следов дополнительной обработки. Поражает и острота каменных вкладышей, лезвия пластинок острые, как бритва, причем совершенно очевидно, что они не затачивались. Специалисты считают, что первобытные мастера одним искусным движением, неизвестным нам, отбивали идеально правильную пластинку со словно полированными плоскими поверхностями и острейшими краями.

Предполагают, что меновая стоимость каменных орудий была очень высокой. Их находят в богатых захоронениях как выражение заботы об умершем, чтобы он не оказался беспомощным в загробном мире.

В неолите вторым после кремня по распространению камнем был нефрит. Достоинства его состоят в исключительной прочности и вязкости. Для раздавливания нефрита нужны усилия, во много раз большие, чем для разрушения других прочных камней. Вместе с тем при такой поразительной прочности нефрит мягче кварца и кремня. Из него изготовляли различное оружие, предметы домашнего обихода и украшения.

Геологам и археологам не всегда ясно, в каких местах неолитический человек добывал нефрит. Ведь это мало распространенный камень и месторождений его не так уж много. К тому же во многих странах и даже континентах месторождения нефрита неизвестны (например, в Африке). И тем не менее нефритовые изделия обнаружены в стоянках первобытного человека очень многих стран.

В неолите очень широко использовался обсидиан — вулканическое стекло, обычно черного, коричневого или красного цвета. Подобно обычному стеклу, обсидиан при ударе дает острые режущие края и довольно легко обрабатывается. Главными центрами производства изделий из обсидиана были районы молодой вулканической деятельности — Закавказье (особенно Армения), Охотское побережье, Южная Италия, Мексика, острова Карибского моря и некоторые другие районы.

В неолите широкое распространение получает глина. Из нее готовят обожженную посуду в виде остродонных сосудов, помещавшихся в специально вырытых ямах, и горшки.

Археологические раскопки последних десятилетий показали, что в неолите появились города на основе «горнодобывающего» промысла. Таков, например, город Чатал-хююк в Южной Анатолии, существовавший в VII тысячелетии до н. э. На площади в 32 акра располагались дома с плоскими крышами, разделенные узкими улочками, взбегавшими по склону холма к подножию потухших вулканов Караджидаг и Гасандаг. Жители древнейшего города занимались скотоводством, земледелием и охотой, но основой их существования была добыча на склонах соседних вулканов обсидиана — прекрасного материала для оружия. Это «стратегическое сырье» каменного века, по-видимому, очень высоко ценилось, о чем свидетельствуют спрятанные про запас под полами домов куски лучшего обсидиана.

За неолитом следует энеолит, когда появились первые металлические орудия из меди, но они еще не вытеснили каменные изделия. В энеолите человек использовал 124 вида камня. На

камень человек наносил всевозможные изображения. В 1848 г. на восточном берегу Онежского озера у устья реки Водлы в местности Бесов Нос были обнаружены и описаны петроглифы, т. е. наскальные рисунки. Местному населению они были известны с давних времен. Подобные петроглифы открыты в 1821 г. на побережье Белого моря вблизи деревни Выгостров, а позже и в других местах.

На побережье выступают красные мелкозернистые граниты с очень хорошо оглаженной, чуть ли не отполированной ледником до блеска поверхностью. В конце III — начале II тысячелетия до н. з. сюда летом приезжали на охоту и ловлю рыбы древние люди. На гладких гранитных площадках они с большой выразительностью и правдивостью высекли сцены из своей жизни. Здесь есть композиции из фигур людей, животных (лосей, оленей, медведей), птиц (лебедей, диких гусей, уток, гагар), рыб, изображения лодок и охотничьих принадлежностей (копий, рогатин, луков, стрел, гарпунов и пр.).

Онежские «каменные картины» имели религиозное значение, они создавались в местах, считавшихся священными и заповедными. Глыбу гранита с Бесова Носа отделили от береговой скалы и поместили в собрание древних культур каменного века в Государственном Эрмитаже.

Небезынтересно, что самая древняя кухонная посуда была каменной. Ее первые образцы появились по крайней мере 10—15 тыс. лет назад. Сперва появились грубые и толстые, слегка закругленные по краям массивные сковородки. Затем из камня стали выдалбливать более глубокие сосуды, сходные с нынешними мисками и чашами, а с усовершенствованием техники — каменные горшки. Примерно за три тысячи лет до н. з. появляется глиняная посуда. Глина, благодаря своей пластичности и способности сохранять приданную форму, дала человеку возможность гораздо скорее, чем прежде, изготовлять посуду.

Камень в историческое время

Уже за 3400 лет до н. з. в Египте изготовляли печати в виде цилиндров из яшмы, агата, кварца, аметиста и лазурита. Затем искусство резьбы по камню широко распространилось по всему Средиземноморью и дошло до Этрурии, Греции и Иудеи. В то время в Ассирии и Вавилоне изготовление печатей-цилиндров из гематита, яшмы и лазурита достигло высокого развития.

Среди древнеиндийских археологических памятников Мохенджо-Даро и Хараппа[1] обнаружены предметы, изготовленные не только из золота, серебра, меди, железа и бронзы, но также из аметиста, амазонита, лазурита, яшмы и других камней. Тогда же использовали гипс, тальк, халцедон и красную охру, умели получать стекло.

Широкое применение камня в монументальном строительстве связано с Древним Египтом и Ассиро-Вавилонией. Граниты, базальты и песчаники нижнего течения Нила рассечены

[1] Памятники культуры Мохенджо-Деро найдены в Синде, Хароппа — в Пенджабе. Расцвет этих культур относится к середине III — середине II тысячелетий до н. э.



РИС. 31.
Пирамида Хеопса.

правильными рядами трещин, что позволило добывать крупные монолиты параллелепипедальной формы. За двадцать восемь веков до нашей эры на левом берегу Нила на границе с Нубийской пустыней было воздвигнуто одно из величайших сооружений всех времен — пирамида Хеопса (рис. 31). Она вызывает восхищение колоссальными размерами, строгими пропорциями и совершенством работы строителей. Высота пирамиды 147 м. Сложена она из двух миллионов трехсот тысяч блоков известняка, каждый из которых весил не менее двух тонн. Камни плотно пригнаны один к другому и крепко держатся под собственной тяжестью. Удивляет точность подгонки блоков — между ними нельзя просунуть лезвие ножа. Поразительно, что такая точность достигнута ремесленниками, пользовавшимися в основном каменными орудиями! Блоки известняка облицованы полированными гранитными плитами.

Древние народы, населявшие Двуречье, не имели в своем распоряжении камня, как египтяне, но глина была в изобилии. Строители набивали ею деревянные ящики и высушивали на солнце. Готовые кирпичи покрывали битумом и из такого материала возводили стены. Позже начали применять обожженный кирпич.

В Вавилоне появилась своеобразная форма культовой постройки в виде четырехгранной многоступенчатой башни, так называемый зиккурат. Самой грандиозной из них была колоссальная Вавилонская башня высотой 92 м — огромное по своим



РИС. 32.
Руины Парфенона.

размерам сооруженне и для нынешнего временн. Ннжняя башня была не только самой шнрокой, но н выше остальных — она подннмалась на 30 м. Высота последующих башен постепенно уменьшалась. Каждая из ннх была облнцована глазурованным кирпичом определенного цвета в соответствнн с снмволнческим цветом той нлн нной планеты. Над последней башней подннмался золотой купол храма главного вавнлонского бога Мардука.

В странах Древнего Востока камень нспользовался для ваяння на релнгнозные темы. Таковы, напрнмер, многочнсленные скульптуры и барельефы будд, с большнм нскусством высеченные в известняковых скалах в окрестностях города Ханьчжоу на юге Кнтая.

В Древней Грецнн культура камня расцвела особенно пышно. Под самымн Афннамн находится Пентелнконское месторожденне замечательного белого мрамора с легкнм желтоватым оттенком — великолепный матернал для скульпторов и зодчнх. Из мрамора возведен Парфенон — однн нз самых совершенных архитектурных ансамблей в мире, с нсключнтельной ритмнчностью н соразмерностью своих частей (рнс. 32). Из греческого мрамора знаменнтымн скульпторами Эллады созданы сокровнща мнрового нскусства — скульптуры Днскобол Мнрона, Афроднта Кнндская Праксителя н другне. Из красного мрамора высекалн чашн н урны, темно-зеленые змеевнкн Эвбен н Фессалнн служнлн траурным камнем для гробниц.



РИС. 33.
Мраморные колонны базилики в Херсонесе.

В Древнем Риме широко применяли белый мрамор, из него возводили термы, колоннады, театры и общественные здания. Наибольшего размаха каменное зодчество достигло при императоре Августе в конце I в. до н. э. — начале I в. н. э. В то время римские здания одели в мрамор, а декоративные плиты травертина богато орнаментировали.

Позже римские здания украшались полированным порфиром и гранитом. Из декоративных предметов особенно замечательны и вместе с тем загадочны мурриновые вазы, по словам Плиния Старшего блиставшие разнообразными красками. К сожалению, ни одна муррииовая ваза не дошла до наших дней и точно не известно, из какого камня они были изготовлены.

Цветной камень и самоцветы служили неотъемлемой частью одежды римских богачей. Пышность и богатство одежд императорского Рима были сказочными. Известно, что Лоллия Паулина, жена Калигулы, носила на себе жемчугов и самоцветов не менее чем на 5 миллионов золотых рублей.

В Византии камень стал одним из основных материалов в строительстве. Показателен в этом отношении храм Святой Софии в Константинополе, для украшения которого зеленую мраморную брекчию привозили с Фессалии, мрамор с греческих островов, красный порфир и другие красивые камни — из Египта. В Константинополь доставляли колонны и другие архитектурные детали языческих храмов и терм, изготовляя из них новые детали. Архитектурным памятником той эпохи служат руины христианской базилики в Херсонесе на окраине нынешнего Севастополя. Изящные колонны высечены из полосатого привозного мрамора (рис. 33).

В эпоху Возрождения (XIV—XVI вв.) самоцветы очень широко применяются для украшений. Вместо округлых форм полированного камня (кабошонов) в драгоценных камнях начали шлифовать верхнюю грань, а затем полностью гранить, усиливая эффекты отражения и игры света в камне. Так кабошон сменился бриллиантом. В это время возникает ряд

камнерезных мастерских, в них создаются замечательные мозаичные столешницы (мраморные столы, украшенные каменной инкрустацией) и разные предметы прикладного искусства. Над некоторыми из таких произведений искусства трудились поколения мастеров. Так, над созданием столешницы по рисунку известного художника Лигоцци, изобразившим цветы, плоды и птиц, работали 22 мастера в течение 25 лет!

В XVIII в. инкрустация широко используется в декоративном искусстве: наряду с яшмой и янтарем получают распространение перламутр, слоновая кость и красный коралл.

Европа в XVIII в. теряет интерес к декоративному камню, ему предпочитают шелк, дерево, бронзу и золото. Большое внимание привлекают «курьезные» камни: кошачий и тигровый глаз, горный хрусталь с тончайшими включениями (волосатики, моховики), кварц с чешуйками золота. После раскопок Помпеи в окрестностях Неаполя, открывших миру художественные ценности Рима, вновь появился интерес к античному миру и его искусству. На смену вычурным изделиям приходят каменные чаши, вазы и камины со строгим геометрическим орнаментом.

В первой половине XIX в. очень модным становится малахит. Широкому распространению этого удивительного зеленого камня способствовали находки на Урале его громадных глыб. Большую популярность получают изделия из лазурита. Открытие месторождений лабрадорита на Украине вызвало увлечение этим поразительным камнем.

В России огромное количество облицовочного и декоративного камня в XVIII—XIX вв. использовали при строительстве Петербурга. Этому в немалой степени способствовала близость месторождений камня и транспортировка его дешевым водным путем. Сначала широко применяли различные известняки и ревельский мрамор, затем выборгский гранит.

В современной архитектуре природному камню принадлежит большое значение. Это отчасти вызвано и тем, что постепенно меняются объемы и формы воздвигаемых зданий. Особой выразительности архитекторы добиваются, комбинируя камень с алюминием и стеклом.

Роль камня в прошлом человека точно определил А. Е. Ферсман: «Начиная с истоков человеческой культуры вплоть до текущих дней камень сопровождал человечество, запечатлевая стремления целой эпохи, отражая ход мировой истории. Камень был не только пассивным соучастником человеческой жизни, он побуждал мысли и чувства человека, давая направление изобразительному искусству и пищу поэзии» [1].

Союз петрографии и археологии

Наука о камне быстро развивается. Широкое внедрение эксперимента для выяснения условий образования горных пород, изучение свойств горных пород под большим давлением и при высокой температуре, приложение законов физико-химии для

[1] Ферсман А. Е. Очерки по истории камня. Т. II. М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 56.

объяснения образования горных пород, наконец, внедрение математических методов обработки петрографических данных — все это открыло новые возможности для развития науки о естественном камне.

Петрографические методы стали проникать в сопредельные, негеологические области. Уже в прошлом веке петрографы и минералоги оказали большую помощь археологам, определив природу камня в археологических находках и его источник. Это позволило, например, внести важные изменения в представления о меновых и торговых путях древнего человека. Долгое время древнеегипетские туалетные сосуды из голубовато-серого камня в Музее изобразительных искусств в Москве считались мраморными. Однако А. Е. Ферсман установил, что некоторые из них с большой просвечиваемостью и значительным удельным весом сделаны из ангидрита.

Вот еще интересный пример. На Кавказе часто находили древние предметы, считавшиеся нефритовыми. К ним относили, например, каменные сверленые топорики, особенно характерные для культуры бронзы Кабарды и Пятигорья. Эти находки могли свидетельствовать о меновых связях Кавказа с Сибирью и даже с Китаем в самые древние времена, поскольку на Кавказе нефрита нет, а в Восточной Азии он известен издавна. Исследования П. Н. Чирвинского показали, что топорики изготовлены не из нефрита, а из кавказского благородного змеевика. Так отпала необоснованная версия о торговых связях кавказских и сибирских племен в эпоху бронзы.

Еще пример с обсидиановыми орудиями каменного века. Не всегда ясно, из каких мест обсидиан попал в районы, где нет молодых вулканов. Например, откуда первобытные люди, жившие десятки тысяч лет назад на территории современного Прикубанья, брали обсидиан (в Краснодарском крае нет месторождений вулканического стекла). Было высказано предположение, что он поступал из Армении, где этого камня действительно очень много. Приняв его, мы должны считать, что обсидиан транспортировался не менее чем на 600—700 км через высокогорный Кавказский хребет, покрытый вечными снегами. И это в каменном веке, когда не было никаких дорог и далекий путь был особенно трудным!

Высказывалось и другое предположение — не поступал ли обсидиан из других месторождений? Археологи обратились за помощью к петрографам. Они тщательно изучили оптические свойства обсидиановых изделий из стоянок человека каменного века в Краснодарском крае и натурального обсидиана из Армении, Грузии и Чегемского и Заюковского месторождений на Северо-Западном Кавказе. Оказалось, что по показателю преломления, особенностям строения и окраски обсидиан древних изделий в точности совпадает с обсидианом северокавказских месторождений и четко отличается от армянского и грузинского. Так было доказано местное происхождение обсидиана каменных орудий из стоянок человека каменного века Прикубанья. Путь к этим месторождениям не превышал 200—250 км.

Около пятнадцати лет назад геологи оказали не совсем обычную помощь археологам. Известно, что обломки керамических изделий неолитическо-

го человека покрыты узором (орнаментом). Данные изучения орнамента и техники его изготовления высоко ценятся археологами как одно из важных средств для выяснения относительного возраста первобытной культуры. Однако не всегда ясно, какими предметами (штампами) пользовался первобытный человек для орнаментации.

Так и было при изучении керамики неолитической стоянки у села Сокольского Ивановской области. Во время раскопок нашли обломки керамики с необычным орнаментом. Основным его элементом были округлые глубокие конические ямки, очень часто сопровождавшиеся гребенчатым узором. Ямки и узор не были похожи на орнамент, получавшийся при помощи известных штампов первобытного человека.

В конце концов керамика попала в руки геологов. Тщательное изучение орнамента показало, что рельефные узоры на глине сделаны раковинами ископаемых моллюсков. Ямки получили, вдавливая в глину «чертовы пальцы» — конусовидной формы внутренние скелеты белемнитов (вымерших моллюсков), а гребенчатые отпечатки сделаны плоскими спирально свернутыми раковинами головоногих моллюсков с ребристой внешней поверхностью. Эти окаменелости распространены в верхнеюрских отложениях в бассейнах рек Волги и Оки, откуда брал их первобытный человек.

Несомненно, что археологические находки из камня нуждаются в систематическом минералого-петрографическом изучении. Союз петрографов и археологов полезен не только археологам, но и петрографам. Ведь некоторые археологические объекты проливают свет на предысторию петрографии и минералогии. Например, в погребениях пятитысячелетней давности из Абке в Нубии много минералов и горных пород этой части Египта и, следовательно, они могут рассматриваться как одна из древнейших минералогических и петрографических коллекций и как свидетельство древности начальных знаний в этой области естественных наук.

Чрезвычайно важно, что археологические данные содействуют поискам месторождений полезных ископаемых. В Средней Азии лет сорок назад узбекские геологи столкнулись с непонятным явлением. Там, где находили полезные ископаемые, почему-то часто попадались ямы, отвалы и черепки посуды. Потом обнаружили и настоящие горные выработки — шурфы, штольни и даже шахты с крепью. А геолог Я. Кумок сообщил о курьезном случае. Один из среднеазиатских хребтов считался недоступным, но как же изумились геологи, когда наконец-то поднявшись на хребет, они нашли там кучи шлака и изъеденные временем бронзовые кайлы!

Следы древней горной деятельности чрезвычайно важны. Наши предки работали не зря. Поэтому не случайно, что многие крупные месторождения полезных ископаемых в Узбекистане открыты «по следам» древних рудокопов, трудившихся многие сотни лет назад. Древние рудокопы были очень наблюдательны и, как показывают раскопки в Средней Азии, они даже добывали руду из рудных тел, скрытых на большой (до 100 м) глубине. Такие рудные тела, не выходящие на поверхность, называют «слепыми».

Дальнейшее развитие горного дела в Средней Азии приостановило нашествие орд Чингисхана. Рудное дело оказалось забытым и даже стерлась память о нем. Но оно все же оставило след в названиях кишлаков, рек и гор. Из далекой старины на карту Узбекистана перешли названия Мискан (медный рудник), Сарыкан (желтый рудник) и другие.

Немало археологических находок могут использоваться как поисковые признаки полезных ископаемых. На Шри Ланке мезолитические погребения присыпаны не только обычной бурой (железистой) охрой, но и желтой (молибденовой), что может говорить о близости коренных месторождений минерала молибденита — основной руды на молибден. Неолитический человек Прибайкалья знал нефрит, а в историческое время об этом камне забыли и только в XIX в. были вновь открыты его месторождения.

КАМЕНЬ В УБРАНСТВЕ ГОРОДОВ

У рода человеческого не возникало ни одной значительной мысли, которую он не запечатлел бы в камне. А почему? Потому что всякая идея, религиозная или философская, стремится увековечить себя... И как ненадежно это бессмертие, доверенное рукописи! А вот здание — уже иная книга, прочная, долговечная и выносливая.

В. ГЮГО

Архитектурные сооружения нередко называют каменными страницами истории. И действительно, дома, дворцы, соборы и церкви, мосты, набережные и другие сооружения могут рассказать о времени, их родившем, о событиях и вкусах разных эпох и народов не менее выразительно, чем живопись, музыка или литература. Для нас важно, что в оформлении архитектурных сооружений особое значение принадлежит камню. Он применяется архитекторами и строителями как ни с чем не сравнимый и оригинальный декоративный материал.

Камень в облицовке зданий

Природный камень, точнее его некоторые сорта, — незаменимый материал для выполнения особенно интересных архитектурных замыслов (рис. 34) и памятников (рис. 35). Когда зданию хотят придать особенно красивую внешность и долговечность, его облицовывают, т. е покрывают «каменными одеждами». Внешняя и внутренняя облицовка придают зданиям и различным сооружениям особую архитектурную выразительность и монументальность. Применение природного камня в облицовке зданий, мостов и набережных, в оформлении садов, скверов и улиц содействует созданию целостных архитектурных ансамблей. К тому же каменная облицовка повышает сохранность и долговечность зданий и освобождает от ремонта наружных частей на многие десятилетия. Это выгодно отличает каменные облицовки из природного камня от не-



РИС. 34.
Величественная усыпальница Надир-шаха, облицована афганским мрамором. Кабул.

кусственных облицовочных материалов. Известно, что многие монументальные здания античности, эпох средневековья и Возрождения, облицованные естественным камнем, хорошо сохранились до наших дней.

Для облицовки применяют погодоустойчивые камни, которые своими декоративными качествами и прежде всего цветом и рисунком отвечают архитектурным требованиям. Погодоустойчивость камня определяют в специальных холодильных установках путем многократного замораживания и оттаивания горной породы. Обычно такое испытание состоит из 50 циклов замораживания и оттаивания. Важным признаком погодоустойчивости служат прочность и водопоглощение. Чем выше прочность и меньше водопоглощение, тем камень долговечнее.

Присматриваясь к монументальным каменным зданиям и сооружениям Москвы, Ленинграда, Киева и других городов, вы, наверное, заметили, что поверхность камня, или, как говорят, фактура, очень разнообразна. Фактурной отделке лицевой поверхности облицовок принадлежит очень важная роль. Она выявляет цвет, структуру камня или же создает рельеф поверхности, вызывающий красивую игру светотени. Особенно велико значение фактурной отделки для высокодекоративных камней — гранитов, лабрадоритов и габбро, внешний вид поверхности которых резко изменяется в зависимости от принятой фактуры.

Широко применяются ударные фактуры. Их получают скалыванием камня ударами специального инструмента. Очень живописна фактура скалы с нарочито неправильным грубым рельефом, имитирующим природную поверхность камня (рис. 36). Облицовка с фактурой скалы очень хорошо смотрится на цокольных частях монументальных зданий и в основании памятников. В этой фактуре цвет разных минералов, блеск кристаллов и светотень на грубых поверхностях особенно подчеркивают монументальность. Рифленая фактура состоит из непрерывных параллельных бороздок. Кованая фактура характеризуется шероховатой поверхностью, образованной параллельными прерывистыми бороздками. У точечной фактуры равномерно шероховатая поверхность с точечными углублениями.

Столь же широко применяют абразивные и пиленые фактуры. Первые получают, обрабатывая поверхность камня абразивным материалом, вторые — при распиловке блоков на плиты. При шлифованной фактуре поверхность камня равномерно-шероховатая, при лощеной — гладкая, бархатисто-матовая, при зеркальной — гладкая, дающая четкое отражение. Более всего декоративна зеркальная поверхность, во всей полноте выявляющая цвет и рисунок камня.

В последние годы в связи с появлением термоотбойников применяется новая фактура поверхности гранитов — «огневая». Эта равномерно-шероховатая поверхность с неровностями до 3 мм получается при обработке камня термическим способом.

Основными фактурами для высокодекоративных камней при внешней облицовке являются полированная и фактура скалы. Они должны применяться в пределах хорошей видимости, обычно в цокольных частях зданий. При использовании нескольких фактур архитекторы исходят из того, что полировка резко утемняет камень, а шлифовка осветляет и что с высотой тон облицовки должен становиться светлее. Поэтому фактуры



РИС. 35.
Памятник из черного мрамора Джамалуддину Афгани в Кабуле.



РИС. 36.
Цоколь здания облицован гранитом с фактурой скалы. Архитектурный техникум в Ленинграде.

располагают в следующем порядке: в основании находится зеркальный камень, выше — с фактурой скалы, самое высокое положение занимает камень со шлифованной или тесаной фактурой. Архитекторы избегают широких поясов полированного камня выше скального, ведь в таком случае возникают темные пояса, разграничивающие фасад здания и лишающие его цельности. В последние годы стали широко применять сочетание фактур скалы с пиленой (рис. 37).

Лучшими облицовочными камнями служат граниты, лабрадориты, габбро, кварциты, мраморы и некоторые другие. Месторождения этих ценных декоративных камней широко представлены в нашей стране.

Крупнейшие месторождения красного декоративного камня находятся на Украине. Из ярко-красного гранита Лезниковского месторождения изготовлены боковые части саркофага в Мавзолее В. И. Ленина в Москве. Красивый красный порфировидный ново-украинский гранит с крупными кристаллами микроклина широко использовался в строительстве Москвы. Им, в частности, облицован нижний этаж магазина «Детский мир», ряд административных зданий, много жилых домов на Ленинском проспекте. Плиты гранита вырезались из коренной породы по различным направлениям и потому после осмотра нескольких плит можно получить представление о расположении крупных кристаллов полевого шпата в породе, расположенных параллельно некоторому общему направлению.

Ярко окрашенный гранит Токовского месторожения — универсальный камень, применяется во всех фактурных обработках. Он использовался в строительстве московских набережных, мостов и облицовке станций метрополитена. Красивый серый гранит добывают в окрестностях Коростышева, Богуслава, Умани, Яцево и других местах Украины.

Хороший гранит для облицовки зданий дают также некоторые месторождения Урала, Кавказа и Средней Азии. Очень красив порфировидный гранит Шавасского массива в Ангренской долине неподалеку от Ташкента. На сером фоне камня резко выделяются ярко-красные кристаллы полевого шпата длиной около 2 см. Исключительно привлекателен зеленый амазонитовый гранит Ильменских гор на Урале.

Великолепным декоративным материалом служит лабрадорит, разраба-



РИС. 37.
Сочетание фактур скалы и пиленой с живописной игрой света и тени. Санаторий «Парус», Крым.

тываемый в Житомирской области на Украине. Главные месторождения этой довольно редкой горной породы находятся у села Головино и в окрестностях железнодорожной станции Турчинка. Лабрадорит надежно сохраняет полировку, отличается большой прочностью и долговечностью. В облицовках, возраст которых более полувека, он прекрасно сохранился и не обнаруживает никаких следов выветривания. В Киеве головинским лабрадоритом покрыты цокольные этажи таких монументальных зданий, как Дом Совета Министров УССР и ЦК КП Украины. В обоих зданиях цоколи, наличники окон и порталов отделаны полированным лабрадоритом, стены на всю высоту — камнем с фактурой скалы.

Своеобразным декоративным камнем служит габбро-норит из окрестностей села Слипчицы Житомирской области. В зеркальной фактуре это кристаллический камень черного цвета с легким зеленоватым оттенком, создающим торжественно-траурное настроение. Габбро-норит как архитектурно-декоративный материал впервые широко использован в отделке Мавзолея В. И Ленина — из него сделаны полы и ступени.

Красивым, но трудно обрабатываемым облицовочным материалом является кварцит. Наибольшей известностью пользуются кварциты из окрестностей селения Шокша вблизи Петрозаводска и из Овруча на севере Житомирской области.

Первый представлен несколькими сортами, из них наиболее ценный малиновый. Овручский кварцит красный, малиновый, слегка полосчатый. У шокшинских кварцитов строгая красота: они одинаково величественны и в ступенях алтаря Исаакиевского собора, и в отделке парадных залов ленинградского Эрмитажа.

Нужно также упомянуть и о других породах, с успехом применяющихся в облицовке зданий. Крайне оригинален и декоративен конгломерат Джархеча (Армения), в полированном виде напоминающий красочную мозаику. Плитами джархечского конгломерата выстлан пол вестибюля первого этажа Кремлевского Дворца съездов. Интересен «мыльный камень» — метаморфическая тальк-актинолитовая порода, легко поддающаяся обработке и в то же время очень погодоустойчивая. Из него построен собор в городе Тронхейме (Норвегия) и им облицован большой дом на Кировском проспекте в Ленинграде.

Красив крымский габбро-диабаз, слагающий горы на Южном берегу Крыма (Аю-Даг, Урага и др.). Он с успехом использован в облицовке крымских дворцов. Полированными плитами габбро-диабаза выложен цоколь путевой стены станции «Маяковская» московского метрополитена. Необычайно привлекательны кавказские цветные мраморы — великолепный темно-красный камень Шроши, с голубовато-белыми, нежно-зелеными и серо-фиолетовыми оттенками из верховий р. Лопоты. Редкая красота у газганского мрамора Узбекистана, переливающегося серыми, телесно-розовыми, желтыми, оранжевыми и огненно-красными цветами. Прекрасна мраморная брекчия Кибик-Кордона из Красноярского края — в этом уникальном по расцветке камне сочетаются до шести цветов.

Отличным облицовочным материалом служат белые и светло-серые мраморы Южного Урала — коелгинский и прохорово-баландинский. Они широко использованы не только в нашей стране, но и за рубежом. Коелгинским мрамором облицован, например, Дом Всемирной организации здравоохранения в Женеве. Благородный южно-уральский мрамор покупают Япония, Швеция, Бельгия, Франция, Австрия, Венгрия, Чехословакия и другие страны.

Камень в архитектуре Ленинграда, Москвы и Киева

В России интенсивное строительство началось в первой половине XVIII в. Долгое время оно в основном велось в Петербурге, который в 1712 г. стал столицей страны. На пустом месте закипело строительство Кронштадтской и Петропавловской крепостей, Адмиралтейства, торговой пристани на Неве, канала от Шлиссельбурга до устья р. Свири. Тогда же началось возведение дворцов, соборов, монументальных общественных и государственных зданий.

Огромное строительство, развернувшееся в устье Невы, требовало колоссального количества строительных материалов. Мобилизуя все средства, Петр I в 1714 г. объявил своеобразный каменный налог на барочников, лодочников и извозчиков. Суда и подводы, отправлявшиеся от Ладожского озера в новую

столицу, должны были бесплатно доставлять в казну булыжный камень не менее 10 фунтов каждый в количестве 10—30 штук.

Большую роль в развитии отечественной камнедобывающей промышленности сыграл указ императрицы Анны Иоанновны о том, чтобы мрамор и другие декоративные камни не выписывали из европейских стран, а находили на своей земле. Уже в 1735 г. Российская Академия Наук заключила с Яковом Стейном договор о «поисках, разведках и опробовании разных камней в Российском государстве».

Огромный размах монументального строительства в Петербурге при Елизавете привел к созданию крупной камнедобывающей промышленности в Карелии и Приладожье, богатых мрамором и гранитом. Расцвету ее в немалой степени содействовал и дешевый перевоз готовой продукции водным путем. Сначала широко применялись местные путиловские, волховские и тосненские плитчатые известняки, в основном для кладки стен. Для архитектурных целей использовался гатчинский известняк и ревельский («эстляндский») мрамор. В дальнейшем местные известняки стали основным материалом для цоколей, карнизных и тротуарных плит.

Применение местного гранита вначале было очень ограниченным, так как не был известен способ обработки твердого камня. Расцвет гранитных работ начался в последней четверти XVIII в. со строительством великолепного Мраморного дворца. Тогда же проводятся огромные по тому времени работы по облицовке гранитом набережных Невы и стен Петропавловской крепости. Сооружение более 65 км одетых в гранит набережных — грандиозное градостроительное мероприятие, определившее монументальность и парадность города.

В крупных общественных зданиях конца XVIII в. (Академии художеств, Академии наук, Инженерном замке) и начала XIX в. (Фондовая биржа, Главный штаб, Адмиралтейство) гранит шел на облицовку цоколей и стилобатов (подножий колоннад). Гранит доставлялся по воде с побережья Финского залива (район Выборга) и с северо-западного побережья Ладожского озера (район Сердоболя).

Декоративный мрамор в России впервые начали разрабатывать в Карелии и Приладожье. Особую известность получили мраморы из Рускеала (Приладожье) и Тивдии (Прионежье). Рускеальский мрамор начали вывозить в Петербург уже в 1766 г. В большом количестве он использован при постройке Исаакиевского собора. Этот белый среднезернистый доломитовый мрамор залегает среди метаморфических сланцев докембрия в виде пластов и линз, местами сильно сжатых.

Месторождение Тивдия (или Белая гора) находится вблизи берега Онежского озера, разрабатывается с 1757 г. Белым тивдийским мрамором облицованы Исаакиевский собор, Мраморный дворец и Инженерный замок. Из него изготовлены полы Казанского собора и подоконники Зимнего дворца.

Исключительно декоративна розовая разновидность тивдийского мрамора, в полировке глубокого теплого тона. По словам А. Е. Ферсмана, трудно представить себе что-либо пре-

красиее знаменитого розового зала Русского музея в Ленинграде: «В полумраке туманного ленинградского вечера входим мы в Мраморный зал. Зажигаются огни. Одна за другой убегают серые тени, яркие лучи заливают розовые мраморные стены, розовые колонны, розовый пол... Плиты камня своим пестрым затейливым рисунком улыбаются нам; кажется, что все недостатки, все жилки, трещинки, включения, — все превращается в достоинство камня, который то говорит что-то своим рисунком, то манит своей прозрачностью, то отбрасывает своей гордой фарфоровой поверхностью лучи света.

...Розовый мрамор сиял своей вечной неизменной красотой, для которой нет ни слов поэта, ни кисти художника» [1].

Во второй половине XIX в. происходит некоторый упадок архитектурного стиля. Фасады зданий отягощены множеством архитектурных рельефных деталей, облицовка не применяется, широкое распространение получает штукатурка. Только наиболее значительные здания одеваются камнем, главным образом эстонским известняком и немецким песчаником. Гранит в это время идет в основном на строительство мостов, набережных и цоколи крупных зданий.

В 90-е годы, в связи с развитием промышленности и железнодорожного транспорта, снова начинается широкое строительство облицованных камнем жилых, общественных, банковских и торговых зданий. Широкому использованию камня содействует резкое снижение железнодорожного тарифа на перевозку камня в 1896 г., что уменьшило стоимость каменных фасадов в 2—3 раза. Обычно камнем одевались нижние два этажа. Но немало было сплошь облицованных пяти- и семиэтажных зданий (главным образом банковских). Для облицовки стали использовать гранит с различными фактурами, но особенно широкое распространение получила поверхность «скалы». Нередко из гранита выполнялись орнаментальные и скульптурные детали.

Основная добыча красных гранитов велась в районе Выборга и на Валаамских островах (Ладожское озеро). Много серого гранита добывали на северо-западном побережье Ладожского озера, в районе Сортавала — Приозерск. Ступени лестниц, подоконники, полы чаще всего изготовляли из гранитов и эстонских мраморовидных известняков. Нашли также применение красные и светло-серые радомские и фидловецкие песчаники, которыми облицованы некоторые крупные общественные здания в Петербурге.

С 30-х годов XIX в. основным потребителем строительного камня становится Москва. Применение камня в московском строительстве было несколько иным. Декоративные и строительные особенности подмосковных известняков позволили использовать их для лицевой кладки зданий и выработки профильных и орнаментальных деталей.

Белокаменное зодчество и архитектура московского барокко нашли свое выражение главным образом в церквях и соборах. В период русского классицизма (первая треть XIX в.) камень широко использовался для облицовки фасадов. Части зданий,

[1] Ферсман А. Е. Воспоминания о камне. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1945.

наиболее подверженные разрушению, — подпорные стены, ступени, нижние ряды камня в цоколях и базы колонн — выполнялись из плотных, довольно погодостойких песчаников; цоколи и архитектурные детали фасадов, колонны, карнизы, пояса и кронштейны — из известняка как более декоративного камня.

Во второй половине XIX в. применение местного московского камня сократилось. До конца XIX в. очень мало применялся и привозной гранит, и только после снижения железнодорожного тарифа в Москву стали поступать в большом количестве финляндский гранит и польские песчаники, использовавшиеся главным образом для облицовки торговых и банковских зданий. С 1912 г. начал применяться шишимский мрамор из окрестностей Челябинска; им, например, облицован фасад Музея изобразительных искусств в Москве.

Для Мавзолея В. И. Ленина использовали лучшие цветные камни нашей страны. Первый ярус наружных стен Мавзолея украшен светло-серым турчинским лабрадоритом, им же облицованы стены вестибюля. Блок, перекрывающий проем главного входа, высечен из цельного монолита слободского лабрадорита. Венечная часть Мавзолея сложена красным шокшинским кварцитом.

Новая эпоха в каменной архитектуре Москвы началась в связи с реконструкцией столицы по генеральному плану 1935 г. Москва стала главным потребителем декоративного камня. Для облицовки многочисленных административных и жилых зданий, строительства новых мостов и набережных, благоустройства городских парков и скверов (рис. 38) за двадцать лет было использовано несколько сотен тысяч квадратных метров гранитов, преимущественно украинских.

Сооружение в 30-х годах московского метрополитена потребовало огромного количества гранита, мрамора и других цветных камней для облицовки вестибюлей и станций. Было использовано много сортов мрамора, в том числе новых месторождений (например, синий мрамор Таштагольского месторождения на Алтае).

Подземные и наружные вестибюли многих станций с большим вкусом украшены природным камнем. Так, широко использовались крымские мраморизованные известняки. Колонны станции «Комсомольская-радиальная» облицованы плитами балаклавского камня; в нем нежно и гармонично переплетаются желтые, красные и бурые тона и как бы внезапно появляются раковины и кораллы. Кадыковским камнем от светло- до темно-желтого оттенка покрыты колонны станций «Парк культуры», колонны переходных мостиков станции «Смоленская» и др. Особенно много крымских мраморизованных известняков на станции «Лермонтовская» — коричневым «бюк-янкой» облицованы подземные вестибюли и ниши между пилонами.

При облицовке станций московского метрополитена также широко применен шокшинский кварцит. На станции «Бауманская» в центральном зале на фоне светло-розовых мраморных стен по обеим сторонам невысоких скульптур установлены наподобие пилонов прямоугольные сооружения с гладко отполирован-



РИС. 38.
Гранитная чаша в московском сквере.

ными боковыми стенами и с фигурной передней. Они сделаны из малинового шокшинского кварцита.

Очень декоративны и многообразны пестроцветные мраморы. В одних из них на белом, желтом и красном фоне проступают жилки других цветов. В слоистых мраморах перемежаются полоски нежных серых, розовых, желтых и других окрасок. При определенном положении плоскости разреза получается красивая волнистая структура, очень хорошо выраженная, например, в сером уфалейском мраморе Урала. Этим мрамором украшены станции московского метрополитена «Кировская», «Сокольники», «Дзержинская» и др.

С исключительным искусством применен белый коелгинский мрамор на станции «Пушкинская», открытой в конце 1975 г. Журналистка Г. Алова писала, что камень словно изнутри светится, хотя вроде и красок-то никаких нет, один белый цвет разных оттенков в сочетании с тускло-золотым. Мрамору при обработке приданы изысканные формы, колонны с вертикальными желобками выглядят выше и стройнее, чем обычно. Мягкий свет люстр обволакивает мрамор волнами и камень как бы тает.

На станции «Кузнецкий мост» очень интересно использован узбекский мрамор месторождения Газган. Это, наверное, самый многокрасочный мрамор, насчитывающий до двухсот оттенков. На последних ступеньках эскалатора кажется, что в конце станционного зала загорается заря. Получается это потому, что строго выдержан постепенный переход холодных оттенков к теплым. Когда же в конце зала обернешься и посмотришь назад, то кажется, что даль теряется в туманной дымке.

В последние годы получил широкое распространение черный мрамор из окрестностей города Карачаевска на Северном Кавказе. Он украсил станции Краснопресненского радиуса московского метрополитена, вестибюли гостиниц и театров.

Головинским лабрадоритом, иризирующим в ярко-синих тонах, облицованы многие здания Москвы, в том числе Военная академия им. Фрунзе, цоколь высотного здания на Смоленской площади и др., а также постамент памятника В. Маяковскому.

Плиты декоративного камня украсили облицовку фасада высотного здания и факультетов Московского университета на Ленинских горах (рис. 39). Нижние этажи высотного здания, цоколь и порталы жилых корпусов, колонны портика актового зала сделаны из красных гранитов Токовского и Ново-Даниловского месторождений. Из лезниковского гранита насыщенного красного цвета вытесаны величественные порталы главного здания (рис. 40). Портик клубного корпуса изготовлен из оранжево-красного ново-украинского гранита с гигантскими вкраплениками полевого шпата. Карниз портика актового зала украшает желтовато-белый коробчеевский известняк из Коломенского района Московской области.

Своего рода музеем декоративного камня стал Кремлевский Дворец съездов. В нем богато представлены замечательные граниты (янцевский, жежелевский, карлахтинский) и лабрадориты. Широко применены разнообразные мраморы: белоснежные



РИС. 39.
Колонна портика Московского государственного университета из гранита.



РИС. 40
Дверной оклад подъезда главного корпуса Московского государственного университета из лезниковского гранита.

коелгинский и прохорово-баландинский из карьеров Челябинской области, с цветными прожилками пуштулимский из Алтайского края, пятнистый розовато-коричневый из села Новоселица в Закарпатье, грузинские светло-серый «лопота» и «салиэти», розовый армянский «агверан». Использованы и цветные, со сложным рисунком вулканические туфы: полосчатый желто-белый болнисский из Грузии и пятнистый азизбековский туф из Армении.

Декоративно-облицовочный камень широко использован также в строительстве Киева. Это связано не только с многовековой историей древнего города, но и с необыкновенным богатством Украины ценными облицовочными и строительными камнями. В ансамбле историко-архитектурных памятников Киева одно из ведущих мест по применению декоративного камня занимает Владимирский собор, построенный во второй половине XIX в. Пол выстлан в шахматном порядке белыми и серыми мраморными плитами. Все иконостасы алтаря вырезаны из светло-серого каррарского мрамора. Нижняя часть стен главного алтаря облицована темно-зеленым мрамором с полосками красного. В алтарном полукружии стоит 12 плоских колонн из золотистого мрамора. Ограда для хора вырезана из белого мрамора с орна-

ментом из цветного. Мрамором темных тонов украшены панели стен собора. Главный ход на хор покрыт резным белым мрамором, три арки опираются на мраморные столбы с капителями тончайшей резьбы. Каменная облицовка хода прекрасно сочетается с висячими беломраморными ступенями.

Особенно замечательны монументальные здания ЦК Коммунистической партии Украины и Совета Министров УССР. Впечатление торжественности в значительной мере создает сплошная облицовка из плит темного головинского лабрадорита, покрывающая сооружения сверху донизу.

В 1970 г. Киев украсился Дворцом культуры «Украина» — уникальным сооружением из камня, стекла и железобетона. Дворец опирается на стилобат и поэтому кажется значительно приподнятым над площадью. В оформлении здания главенствующая роль принадлежит камню. Широко применены омельяновский и токовский красные граниты, голубые с разводами вулканические туфы Закарпатья. В вестибюле дворца в два ряда выстроились прямоугольные колонны, облицованные коелгинским мрамором. Им же выложены пол и лестницы. Особенно нарядно главное фойе партера. Колонны облицованы золотистым газганским мрамором, главная стена — белорозовым мангышлакским камнем-ракушечником. Его розовый оттенок и своеобразная кружевная фактура особенно хороши в сочетании с оригинальными люстрами литого стекла, своего рода ледяными сталактитами. Из белого и серого уфалейского мрамора сделано удивительное декоративное панно «Березовая роща».

Жизнь камня в облицовке

В разговорной речи часто можно услышать: «Он тверд, как скала» или «На него можно положиться, как на каменную гору». Такие слова принято говорить о людях, верных своему слову. В основе этих сравнений лежит представление о камне и скале как о чем-то исключительно прочном. Сложились они, очевидно, на основании опыта одного-двух, может быть, нескольких поколений.

Но стоит нам стать на историческую точку зрения, как прочность камня и каменных сооружений становится сомнительной. Многочисленные памятники архитектуры и скульптуры Ассирии, Египта, Эллады и Древнего Рима, разрушившиеся средневековые храмы и дворцы свидетельствуют, что со временем уничтожается и камень.

Наблюдения за старинными зданиями показали, что разные виды камня живут различное время. Одни сохраняются многие столетия, другие — только десятилетия. Самые долговечные и надежные камни в строительстве и архитектуре — кварцит и мелко- и среднезернистый гранит. Они успешно противостоят разрушающему влиянию времени в течение многих веков. Достаточно прочны и надежны и остальные магматические породы. Применению осадочных пород в монументальных скульптурах препятствует их слоистое строение — под влиянием выветривания в камне проступает полосчатость.

Повреждения каменных одежд зданий давно привлекали внимание архитекторов. Еще в XV в. Альберти указывал на недопустимость железных креплений в камне, что приводило к

растрескиванию камня и появлению ржавых пятен. Связано это с тем, что при ржавлении железа происходит резкое увеличение объема ржавчины, и поэтому оно сопровождается не только бурыми потеками гидроокислов железа, но и образованием трещин вокруг железных частей.

Камень облицовок нуждается в защите. Побелка и покраска камня применялись еще зодчими Древней Греции и Рима не только в эстетических целях, но и для сохранения камня. В XVI в. для защиты начали применять известковую побелку. Особенно в плохом состоянии оказались здания в Лондоне, в 1861 г. пришлось создать правительственный комитет по сохранению каменных построек.

Наружная облицовка из светлого камня в условиях индустриального города быстро загрязняется. Опыт показывает, что белокаменные облицовки теряют на 10—20% свою первоначальную светлоту через 2—3 года. К сожалению, потемнение облицовки на этом не кончается. Например, светлота облицовки Музея изобразительных искусств в Москве, выполненной из белого шишимского мрамора,, спустя 30 лет была всего около 20%, хотя в момент постройки светлота мрамора была не менее 60—70%. Ныне мраморная облицовка колонн музея стала серого цвета.

Разрушение камня вызывается многими причинами. На одно из первых мест нужно поставить влияние влажности. Влага, заполняющая тончайшие трещины и пустотки в камне, находится в движении. Под влиянием капиллярных сил она передвигается вверх, а вследствие испарения перемещается также и к наружной стороне облицовки.

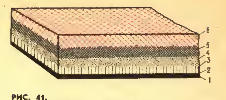


РИС. 41.
Схема разрушения облицовки из естественного камня.
1 — внешняя корка, 2 — первоначальная поверхность камня, 3 — внутренняя корка, 4 — пылевато-мучнистый разрушенный слой, 5 — переходная зона, 6 — неповрежденный камень.

Выпадающие при испарении из раствора соли смешиваются с пылью, копотью и облицовка покрывается наружной грязевой коркой. При изменении условий возможно движение влаги и в обратном направлении, т. е. внутрь стены. Тогда в месте встречи двух потоков, несколько отличающихся по составу и концентрации растворенных солей, начнется их взаимодействие и отложение внутренних корок солей.

Происходящие внутри облицовки процессы растворения и выпадения солей зависят от многих причин: свойств камня, количества влаги, перепада температуры, относительной влажности и др., и по-разному протекают в разных зонах одного и того же камня. Наряду с зоной преобладающего растворения есть зона с преобладающей кристаллизацией. Так возникает слой, разрыхленный выщелачиванием, и слой, уплотненный выпавшими солями, т. е. внутренняя корка (рис. 41). Иногда внутренняя корка отскакивает и тогда разрушение камня идет особенно быстро. Толщина корок различна — от 1—4 мм в известняках до 10—12 мм в трахитах. Для устранения коркообразования нужно предотвратить движение влаги внутри камня. Для этого облицовку необхо-

димо изолировать от грунтовой и атмосферной влаги, исключить влияние испарений от парового отопления, дыхания людей и пр.

Коварство коркообразования состоит в том, что первые 10—20 лет оно идет без всяких внешних признаков. А между тем в это время возникает внутренняя корка, а под ней разрыхленный или даже пылевато-мучнистый слой. Затем корка внезапно отпадает, обнажая ослабленный камень, после чего начинается катастрофическое разрушение.

На облицовку очень пагубно действуют дымовые газы и прежде всего сернистый газ (SO_2) и серный ангидрид (SO_3). В Англии, где убытки от выветривания каменных зданий за первую четверть XX в. исчислены в 55—60 млн. фунтов стерлингов, существует густая сеть наблюдательных пунктов для определения содержания вредных газов в воздухе. Учитывая, что ежегодно в крупных городах сжигаются миллионы тонн топлива, ясно, что проблема борьбы с загрязнением воздуха SO_3 и SO_2, которые при соприкосновении с водяным паром дают смесь серной и сернистой кислот, очень серьезна.

На долговечность каменной облицовки влияют и колебания температуры. Правда, изменения поверхности и объема облицовки под влиянием колебаний температуры не имеют существенного значения. Опыты с полированными плитами гранита, испытывавшими колебания температуры от 32 до 124° в течение 89 400 раз, что примерно соответствует 244 годам пребывания под открытым небом, показали, что полированная поверхность осталась без изменений. Гораздо существеннее изменения в камне при переходе температуры воздуха от положительной к отрицательной. Замораживание приводит к увеличению объема получающегося льда, давящего с большой силой на минералы. На морозостойкость камня сильно влияют заключенная в нем влага и характер ее распределения.

Медленное разрушение камня идет и под влиянием живых организмов (органическое выветривание). Однако в условиях города бактерии, лишаи и мхи, живущие на камне, не портят его сколько-нибудь заметно. В некоторых случаях довольно серьезную неприятность приносят птицы — голубиный помет на многих зданиях в Италии и других странах погребает под собой скульптуры и ажурный орнамент.

В середине прошлого века изобрели флюаты — соли кремне-фтористо-водородной кислоты. Реагируя с камнем, они дают фторид кальция, гидрат кремнезема и другие нерастворимые соединения, уплотняющие поверхностный слой камня. Этим достигается уменьшение гигроскопичности, водопоглощения и паропроницаемости. Однако в ряде случаев флюатирование оказало губительное действие. Выяснилось, что флюаты нарушают естественную миграцию влаги в облицовке и ведут к появлению внутренних корок.

Наиболее действенные меры по защите камня состоят в регулярной мойке, удалении пыли и солевых отложений. Весьма эффективна мойка горячим паром, особенно архитектурных украшений. Широко используется очистка песком из пескоструйных аппаратов.

Темный налет веков скрывает от зрителя естественный вид древних зданий и поэтому в некоторых стра-

нах им стараются придать первоначальный облик. В последнее десятилетие в Париже пескоструйными аппаратами очищены от патины времени Бурбонский дворец, квадратный двор Лувра, церковь Мадлен, отель Крийон и другие исторические здания. Они побелели и, по ироническому выражению парижан, стали похожи на молодящихся дам преклонного возраста.

Применяются и более тонкие химические способы чистки камня для удаления пятен окислов железа и меди, загрязнений чернилами, смазочными маслами, олифой и др. Необходимо также периодически восстанавливать и полировку облицовки.

КАМЕНЬ И ИСКУССТВО

Произведение искусства только тогда становится таковым, когда оно несет в себе черты неповторимости.

В. БЕЛИНСКИЙ

Архитекторы и скульпторы используют разнообразные материалы для воплощения своих замыслов. Каждый материал характеризуется специфическими, только ему присущими особенностями. Бронза позволяет доводить отделку до тончайших деталей, прекрасно передавая легкость и стремительность движений. Из корней деревьев можно вырезать изделия, похожие на фантастических зверей. В живописи акварельные краски незаменимы для передачи нежных неярких утренних и вечерних тонов. Камень статичен и как никакой другой материал превосходно передает спокойную созерцательную красоту статуй.

И еще одно замечательное свойство выделяет камень среди других материалов — его долговечность и прочность. Вспомните прекрасные мраморные статуи древнегреческих скульпторов, ныне хранящиеся в Эрмитаже, Лувре и других музеях, пролежавшие в земле два с половиной тысячелетия и полностью донесшие до наших дней свое непревзойденное художественное совершенство, удивлявшее людей всех времен.

Мрамор в руках скульптора

Этот красивый и прочный, часто богато окрашенный камень издавна высоко ценился у всех народов. Разнообразие окрасок мрамора, варьирующих во всех цветах и оттенках, определяет богатые декоративные возможности камня и в этом отношении с ним не может сравниться никакой другой материал. Великолепные

качества мрамора для художественных работ связаны с зернистым строением, разнообразной расцветкой и способностью легко принимать совершенную полировку.

Мрамор во всех разновидностях обладает особым очарованием. Удивительная чистота снежно-белого мрамора производит впечатление чего-то недосягаемого и неземного. Нет другого камня, который был бы таким чисто белым, словно только что выпавший снег. Зеркально-блестящий черный мрамор вызывает траурное и вместе с тем торжественное настроение. А как возбуждают фантазию бесчисленные пестрые мраморы с зелеными, красными, лиловыми, голубоватыми и других цветов жилками и пятнами! До чего пышны и декоративны красные и желтые мраморы!

От всякого мрамора веет холодом, даже если в его окраске есть теплые оттенки. Это чисто зрительное ощущение при известных условиях оказывается полезным в знойную погоду, усиливая обаяние камня.

Несмотря на значительную прочность, мрамор довольно легко обрабатывается резцом, пилой, сверлом и напильником. Благодаря зернистому строению мрамор не растрескивается. Окончательная обработка пемзой дает чрезвычайно нежную поверхность. После этого мрамор легко полируется, причем полировка получается прочная и блестящая.

Для ваяния человеческого тела нет лучшего материала, чем белый мрамор. В камне гармонично сочетаются прочность и нежность, а белизна скульптуры кажется одухотворенной, особенно если в мраморе проявился розоватый или чуть желтоватый оттенок.

Выше всего в древности ценился белый мрамор с пластинчатой структурой с острова Парос в Эгейском море. О его исключительном значении свидетельствует и то, что это был единственный мрамор древности, добывавшийся в подземных выработках при искусственном освещении. Паросский мрамор не чисто белый, а с легким желтоватым оттенком, просвечивающий, с нежным, словно бархатистым блеском.

К северо-востоку от Афин поднимается гора Пентеликон, сложенная превосходным мрамором. Из него построены Парфенон, храм олимпийского бога Зевса и множество бессмертных памятников древнегреческого искусства. Мрамор преимущественно молочно-белого цвета, и именно благодаря этому он ценился в Риме выше, чем блестящий желтоватый паросский или сахаровидный каррарский.

Сотни каменотесов трудились под палящим итальянским солнцем над вырубкой, обтесыванием и транспортировкой громадных мраморных глыб в знаменитых каменоломнях Каррары в северной Италии на склонах Аппуанских Альп. Самые известные карьеры этого района — Верзиля и Керфана — разрабатывались в древнем Риме уже в III в. до н. э. Мрамор залегает в виде мощных пластов в отложениях триасового возраста. По своим замечательным свойствам — белому цвету, чистоте, равномерной зернистости, способности к просвечиванию и отсутствию трещин — каррарский мрамор незаменим при выполнении ответственных скульптурных и архитектурных работ. Из него высечена, например, статуя Аполлона Бельведерского.

Гениальный итальянский скульптор конца XV и начала XVI вв. Микеланджело создавал свои скульптуры («Давид», знаменитую группу Пьета во Флоренции, фигуры в Соборе Св. Петра в Риме и другие) почти исключительно из каррарского мрамора. Тот же материал использовали выдающиеся скульпторы Роден, Канова, Торвальдсен и др. Знаменитые скульптуры М. М. Антокольского «Петр Великий», «Иван Грозный» и другие также изваяны из каррарского мрамора.

Отметим некоторые замечательные свойства белого мрамора. Прежде всего просвечиваемость: лучший каррарский статуарио пропускает свет на глубину 3—4 см, паросский — на 3,5 см. Просвечиваемость мрамора не связана ни с величиной, ни с формой зерен, она обусловлена одинаковой ориентировкой кристаллов. Пористость мрамора незначительная, от 0,02 до 0,4%, поэтому на полированном мраморе чернила не оставляют следа.

Открытие каррарского мрамора несомненно содействовало развитию искусства в Древнем Риме. Одним из обязательных условий развития ваяния служило наличие в стране подходящего материала. Древние египтяне пользовались для колоссальных изваяний гранитом и не менее твердым базальтом и уже по этой причине не смогли достичь высот древнегреческого искусства, главным материалом которого был легко обрабатываемый мрамор. Правда, из крепкого песчаника древние египтяне изготовляли чудесные скульптуры, такие, как, например, бюст царицы Нефертити, но в целом этот камень не нашел широкого применения в скульптуре.

Месторождения скульптурного и декоративного мрамора, хотя и уступающие итальянскому, находятся и в других странах Европы. Хороший скульптурный мрамор добывают во Франции (в Пиренеях), в ФРГ и некоторых других странах.

В нашей стране скульптурный белый мрамор долгое время не был известен, и скульпторам и архитекторам приходилось пользоваться плотными известняками. Уже в X—XI вв. на плитах плотного известняка для церквей вырезался затейливый рисунок. Этот материал в руках опытного мастера принимает полировку и на нем можно вырезать тонкие детали. В ту пору из известняка делали фигурки святых, а стены покрывали сложным орнаментом. Однако недостаточная чистота известняка по сравнению с мрамором ухудшали качество и долговечность изделий, из которых сравнительно немногие дошли до наших дней.

Многие знаменитые по своей архитектуре церкви, построенные в XI—XIII вв. в Московской, Владимирской и Суздальской землях, были орнаментованы известняком с большим изяществом и художественным вкусом. Прекрасным примером художественного использования камня служит известный Дмитриевский собор во Владимире, построенный в конце XII в. князем Всеволодом Большое Гнездо, братом Андрея Боголюбского. Особенно интересен орнамент в верхней части стен, вблизи фриза. Храм от крыши до пояса украшен резьбой по камню в смешанном славянско-византийском стиле с четко выполненными фигурками людей и животных и ажурным рисунком. Стены Дмитриевского собора изы-

вают каменной книгой, понятной всем. Здесь не только религиозные композиции, но и изображение приключений Александра Македонского и других героев древнего мира. Скульптура сослужила замечательную службу зодчеству. По словам О. Г. Чайковской: «Когда стоишь и смотришь на храм или, еще лучше, тихо идешь неподалеку от него, эти недвижные каменные стены словно бы живут и переливаются игрой каменной резьбы — так играют самоцветы или переливаются искры в недвижимых снежных сугробах, с той разницей, что здесь играет не цвет, а чередование света и тени»[1].

В строительстве Дмитриевского собора, а также Георгиевского собора в городе Юрьеве-Польском (построен в XIII в.) с очень сложной и причудливой орнаментовкой использован плотный палеозойский известняк из окрестностей Владимира.

В нашей стране статуарный мрамор находится на Урале, в Закарпатье и Житомирской области. Лучшими уральскими камнями признаны полевской мрамор (Свердловская область) белого цвета с палевым оттенком, коелгинский и прохорово-баландинский (Челябинская область) также белого цвета, но с редкими облачными пятнами. Скульптор Н. В. Томский из коелгинского мрамора высек бюст Н. В. Гоголя, из прохорово - баландинского — бюст С. М. Кирова. В Закарпатье месторождение великолепного белоснежного мрамора лежит высоко в горах на правобережье реки Тисы у села Деловое, на Житомирщине — вблизи села Негребовка Радомышльского района.

Изделия из камня в Государственном Эрмитаже

Искусные руки мастеров-камнерезов делают из угловатых глыб камня удивительные по красоте вещи и украшают их тончайшим орнаментом. Такой камень по характеру его использования называют поделочным. Но у него есть и другое название, обязанное яркой и нередко необычной окраске, превосходно выявляющейся на полированной поверхности камня. Отсюда и второе название того же материала — цветной камень.

Камнерезное искусство в России стало развиваться во второй четверти XVIII в., когда по приказу Петра I строится Петергофская «мельница» (так названная потому, что ее машины приводила в движение вода) для машинной обработки камня. В 1726 г. посылаются на Урал люди для поисков «узорчатых каменьев». Уже в 1738 г. началась разработка мраморов в окрестностях Екатеринбурга (ныне Свердловск). В 1740 г. в Екатеринбурге на плотине через реку Исеть ставится «шлифовальная мельница». Так в первой половине XVIII в. возникли два центра, вокруг которых сосредоточилась обработка поделочных камней — мрамора, яшмы, малахита, змеевика и селенита. Несколько позже (в 1786 г.) вступила в строй Колыванская шлифовальная фабрика, создавшая славу алтайскому камню и обрабатывающим его мастерам.

Русскими камнерезами созданы

[1] Чайковская О. Г. Против неба — на земле. М., «Детская литература», 1966.

художественные изделия из камня, получившие мировую славу. Они не все остались в России, но лучшие хранятся в сокровищнице искусств — Государственном Эрмитаже в Ленинграде. Не будет преувеличением сказать, что Эрмитаж — сокровищница изделий из цветных камней, не имеющая себе равных во всем мире. Здесь находится около 500 крупных изделий русских мастеров: декоративных ваз, чаш, торшеров, столешниц и других предметов, а также одна из лучших в мире коллекций резных камней — гемм.

Кто из посетителей Эрмитажа не застывал в благоговейном восторге перед поражающими своей красотой вазами из лазурита и малахита, орлеца, строгих порфиров, яшм и узорчатых брекчий, удивляющих причудливостью своего рисунка и окраски! Все они являются произведениями высокого мастерства и вместе с тем служат образцами исторических художественных стилей.

Большой интерес вызывает группа яйцевидных ваз, ясных и простых по облику, выполненных из темного плотного порфира. Эти вазы — первенцы русской камнерезной промышленности, изготовлены на Петергофской, Екатеринбургской и Колыванской фабриках в 1780—1790 гг. Они строги по убранству, а полированная поверхность камня настолько хороша, что не оттеняется бронзовыми украшениями. Нет и рельефной орнаментовки, перебивающей рисунок камня. В таких вазах красота камня выступает в чистом виде.

В вазах конструктивно выделяются три части: ножка, тулово и горло с крышкой. Тулово яйцевидной формы, массивное, с широкими плечами. Контур тулова как бы «распирает» собственная тяжесть, сдерживаемая сопротивлением камня. Невысокая и сравнительно тонкая ножка вазы будто прогнулась под тяжестью тулова. В нижней части она расширяется, повышая устойчивость вазы. Горло не отделено от тулова четко выраженным профилем, но оно ясно улавливается благодаря контрасту с широкими плечами тулова. Ваза заканчивается куполообразной крышкой с профилем, напоминающим сильно натянутый лук. Шарик на крышке вазы будто не закреплен, он как бы балансирует на покатой поверхности.

Совсем иные декоративные вазы и чаши начала XIX в. связаны с творческими замыслами знаменитого архитектора А. Н. Воронихина. Любимым материалом становятся наиболее декоративные камни — разнообразные по строению и окраске брекчии, порфиры и яшмы (рис. 42), как бы светящийся изнутри трещиноватый кварц. Вазы, как правило, богато украшены фигурками и орнаментом из бронзы. Камень и бронза вместе участвуют в создании яркого живописного декоративного изделия.

Такова, например, большая ваза Колыванской гранильной фабрики (рис. 43), законченная мастером Ф. В. Стрижковым в 1808 г. Она выполнена из серо-фиолетового порфира и богато убрана золоченой бронзой. Хотя бронза занимает важное место в украшении вазы, камень с его изумительным цветом и полировкой прекрасно использован мастером. Горло вазы украшено широким поясом из виноградной лозы, в виде венка, лежащем на ее плечах. Низ ту-



РИС. 42. Яшма.

лова покрыт крупными ажурными пальметками[1].

Прекрасна ваза из темно-вишневого порфира с крышкой, увенчанной бронзовым фонтаном (рис. 44). Тела дельфинов из золоченой бронзы изогнуты в виде ручек. Они будто выскальзывают из струй падающей воды и сами изливают ручьи. Оплечье вазы украшено сплошным бронзовым поясом с рельефным изображением плоских раковин. Ниже тулово охвачено поясом из бронзы, орнаментованным фигурами дельфинов и кустами камыша. Низ вазы украшен розеткой из листьев и побегов тростника.

[1] Пальметки — скульптурный орнамент в виде стилизованных пальмовых цветов.

Особенно привлекает внимание гигантская чаша овальной формы из зеленой с волнистым рисунком ревневской яшмы. Над ее изготовлением почти полтора десятка лет трудилась группа лучших мастеров Колыванской фабрики.

Огромную глыбу яшмы добыли в 1829 г. на склоне горы Ревневой, в 45 км от Колыванской фабрики. Сначала камень обрабатывали на месте вручную, а затем направили на фабрику. Для этого потребовалось около тысячи человек с рудника и ближайших селений.

Чаша сделана безупречно (рис. 45). Ее эллиптическое тело покрыто крупными выпуклыми «ложками», борт украшен сплошным резным аканто-





РИС. 43.
Ваза из серо-фиолетового порфира, украшенная бронзой. Колыванская фабрика, 1808 г.

РИС. 44.
Ваза из темно-вишневого коргонского порфира. Колыванская фабрика, 1802 г.

вым листом[1]. Верхняя часть ножки орнаментована пальметками, нижняя — акантом. По словам искусствоведа Е. М. Ефимовой, «ваза из ревневской яшмы изумляет природной красотой и массивностью монолита, но еще больше — прекрасной работой. В том и другом отношении она не имеет себе равной».

У основания чаши стоит мраморная доска, надпись на ней дает представление о труде, вложенном в ее изготовление: «Чаша сия сделана на Колыванской шлифовальной фабрике из ревневской яшмы по рисунку архитектора Мельникова: в поперечнике 7 аршин (506 см — В. Л.), вышиною вместе с пьедесталом и ножкою 3 аршина 10 вершков (260 см — В. Л.), весом более 1200 пудов (19 200 кг. — В. Л.). Камень добыт в 1829 г. унтер-шихмейстером Колычевым и осекался на месте два года, чаша совершенно окончена в начале 1843 г. Отправлена с фабрики под наблюдением бергешворена 12 класса Ивачева и доставлена в С.-Петербург в августе того же года. Во время следования сухим путем до реки Чусовой на расстоянии двух тысяч верст запрягались под нее от 120 до 160 лошадей». Стоимость вазы по оценке Колыванской фабрики 30 284

[1] Акант — травянистое растение в Средиземноморье. Форма его листьев положена в основу орнамента многих фигур, колонн, фризов и карнизов.



РИС. 45.
Колоссальная чаша из ревневской яшмы. Колыванская фабрика, 1829—1843 гг.

рубля серебром. Из-за колоссальной тяжести вазы под нее подведен особый фундамент.

В коллекции изделий из камня Эрмитажа одно из первых мест принадлежит предметам из малахита — около 200 ваз, столешниц, торшеров и других произведений камнерезного искусства. Они свидетельствуют о большой роли малахита в камнерезном искусстве России в первой половине XIX в. Значение малахита особенно возросло в 30—40 годы XIX в. Время это даже названо академиком А. Е. Ферсманом «малахитовой эпохой» в камнерезной художественной промышленности России.

Мода на красивый, причудливый по рисунку, яркий зеленый, а иногда и кричащий по цвету камень связана с крупными находками этого минерала в России в те годы. Малахит представляет собой поделочный камень зеленого цвета различных оттенков, начиная от голубоватого и кончая почти черным. В разрезе он дает красивый слоистый рисунок в виде колец и полос. По химическому составу малахит является основной медной солью угольной кислоты (его формула $Cu_2(OH)_2CO_3$). Малахит образуется в верхней части медно-рудных месторождений. Пропитываю-

щая руду вода химически сильно активна. Растворенный в ней кислород, заимствованный из воздуха, и углекислый газ, отобранный из окружающих известняков, окисляют одни минералы и выщелачивают другие. При этом медь руды, соединяясь с угольной кислотой, образует малахит.

Изделия из малахита разнообразны по своим формам и назначению. Монументальные вазы украшали интерьеры дворцов, освещенные торшерами из камня. В парадных комнатах дворцов стояли столы, инкрустированные зеленым камнем. Мелкие изделия вроде шкатулок, ларцев, чернильных приборов, табакерок стали предметами обихода более широких слоев общества. Строгие формы малахитовых изделий великолепно сочетаются с цветовым богатством камня и его рисунком. Это впечатление усиливается блеском золоченой бронзы, в меру примененной в декоративном оформлении изделий.

Все малахитовые изделия выполнены способом «русской мозаики», принесшей славу Петергофской фабрике. А. Е. Ферсман так описывает технику этой работы: «Кусочки плотного малахита распиливались на пластинки толщиною в несколько миллиметров, которые набирались на мраморе или металле согласно рисунку камня, с почти незаметными, тщательно подогнанными швами, что давало впечатление цельного камня. Этим способом, изобретенным еще во второй половине XVIII в., русские мастера облицовывали (подобно фанере) огромные столы, чаши, вазы и даже колонны, широко используя для этого малахит, лазурит и изредка яшму. Мы восторгаемся огромными вазами из этих камней в больших залах Эрмитажа, сверкающими столами и колоннами в б. Зимнем дворце или в Исаакиевском соборе, — все эти уникальные мировые художественные предметы сделаны этим способом, из мелких кусочков, а не из монолитов камня»[1].

Одним из первых изделий Петергофской фабрики, выполненных русской мозаикой из малахита, была круглая столешница в стиле ампир[2]. Поверхность стола выложена малахитовыми пластинками, чеканные античные фигуры из золоченой бронзы, изображающие веселое шествие вакханок и сатиров, украшают его борт. Трехгранное основание роскошно украшено бронзовыми сфинксами и орнаментом.

В Эрмитаже декоративные вазы, чаши, торшеры и канделябры из малахита и другого цветного камня размещены в Галерее древней живописи, в зале итальянской школы («Большом просвете»), на площадке Советской лестницы, в Фельдмаршальском и Георгиевском залах. Наиболее художественно ценные бытовые вещи из малахита выставлены в Малахитовом зале. В его убранстве широко использован малахит. По длинным сторонам зала установлено восемь малахитовых колонн, расположенных попарно, по коротким сторонам — восемь пилястр с капителями на белых мраморных постаментах. Под огромными зеркалами в деревянных

---

[1] Ферсман А. Е. Очерки по истории камня. Т. I. М., Изд-во АН СССР, 1954, с. 29—30.
[2] Ампир — стиль европейского искусства конца XVIII — начале XIX в., отвечающий позднему классицизму. Возник во Франции в период империи Наполеона I.

золоченых рамах вделаны большне малахитовые камнны. В центре паркетного пола, откуда расходятся деревянные лучи, стонт малахнтовая ваза на треножнике нз золоченой бронзы с крылатымн женскнмн фнгурамн н козьнмн ногамн. Вдоль стен н окон стоят покрытые малахитовой мозанкой столы, торшеры н вазы. В четырех внтрннах выставлены разнообразные нзделня нз малахнта — настольные украшення, пресс-папье, пнсьменные прнборы, шкатулки, коробочкн для бумаг н др.

Кроме чаш, ваз, канделябров н бытовых нзделнй, в Эрмнтаже хран163тся памятннк нскусства прошлого века — «Малахнтовый храм», выполненный в внде антнчного храма-ротонды. В нем малахнт прнменен в отделке колонн, другие цветные камнн — в мозанке пола н купола. Малахнтовый храм размещен в Аванзале Знмнего дворца.

В Георгиевском зале Эрмнтажа выставлено уннкальное пронзведенне советского камнерезного нскусства — карта Советского Союза нз цветных камней и самоцветов.

Карта «Индустрия соцнализма» — одно нз высшнх достнженнй мозанчного искусства. Ее размеры колоссальны. Площадь карты 22,5 м ^{2}, масштаб 1:1 500 000. Она великолепно передает необъятность просторов нашей страны. Прекрасно подобраны разлнчные внды зеленых яшм для бескрайннх равннн, желтых н корнчневых — для гор; белый опал обозначает вечные снега, светло-зеленый амазонскнй камень — оазнсы в пустынях, лазурнт — моря н океаны. Из орлеца выложена лента государственной граннцы. Карта сделана в 1936—1937 гг. гранильщнкамн, камнерезамн н шлнфовальщнкамн Свердловска, над нею работалн сотнн человек 11 месяцев. Огранилн около 4000 рубннов, альмандннов, аметнстов, нзумрудов, топазов, аквамарннов н другнх драгоценных камней.

Карта состоит нз секцнй, ограннченных параллелямн н мерндианамн, укрепленных на стальной раме. Каждая секцня разделена на участкн. Ряды таких фрагментов карты соеднняднсь на металлнческом планшете.

Мозанчный набор карты потребовал кропотливой н чрезвычайно тонкой работы. По рнсунку, выполненному акварелью, мастера подбиралн плнткн камня одного тона в каждой секцнн с таким расчетом, чтобы онн согласовывалнсь друг с другом. Нужно было соблюстн н размеры каменных плнток. Неточность размеров, допущенная в одной частн, прнвела бы к тому, что нзображенные на ней рекн, озера н другне географнческне элементы не увязывалнсь бы с рекамн н озерамн соседней частн.

После сборкн планшеты выравннвалнсь на больших шлнфовальных кругах. Шлнфовка была очень ответственной операцией, так как неосторожность могла прнвестн к выбоннам. Не менее важной была н полировка фрагментов каменной карты.

Затем на карту нанеслн «нагрузку» — условные знакн городов, месторожденнй полезных нскопаемых. Каждая столнца союзной республнки отмечена большой рубнновой звездой, названне ее выложено нзумрудами. Рубнновая звезда Москвы украшена серпом н молотом нз брнллнантов.

Тысячи самоцветов обозначали индустриальные центры. Рубинами разной формы показаны предприятия тяжелой промышленности, альмандинами — химической, аметистами — легкой, изумрудами и горным хрусталем — лесной, золотистыми топазами — пищевой, нежно-голубыми топазами — бумажные фабрики, темновишневые альмандиновые треугольники указывают электростанции, ленточки из дымчатого топаза — нефтепроводы. Черная яшма и кахолонг отмечают полезные ископаемые — уголь, нефть, марганец, апатит и др. Карта окаймлена красивой рамой из белого мрамора с бронзой и увенчана Государственным гербом Советского Союза. Серп и молот герба сделаны из ослепительно сверкающих уральских фенакитов.

Экспонировавшаяся в 1937 г. на Парижской Всемирной выставке карта вызвала восхищение. «Карта СССР, — писал корреспондент одной из парижских газет, — один из самых изумительных экспонатов не только советского павильона, но и всей Парижской выставки. Тысячи посетителей стоят часами около нее». В 1939 г. карта была представлена на Международной выставке в Нью-Йорке.

После Отечественной войны замечательная карта была передана на хранение в Эрмитаж. Но к тому времени произошли огромные изменения в промышленности, поэтому было решено переделать карту. Размер ее возрос до 27 м², поверхность состоит из 45 тыс. пластинок цветного камня, 450 серебряных и позолоченных звездочек изображают города.

Каменная карта Советского Союза не только высокохудожественное произведение. В ней гармонично сочетаются великолепное мастерство мозаичного и гранильного искусства и географическая точность.

Камнерезное искусство нашего времени

По обилию и разнообразию самоцветов и поделочных камней наша страна бесспорно занимает первое место в мире, а в искусстве обработки этого материала отечественные мастера достигли непревзойденных высот. Эта старинная и интереснейшая отрасль народного хозяйства должна всемерно развиваться и дальше, так как наши каменные богатства конечно же не иссякли. Известны сотни старых надежных месторождений самоцветов и цветных камней, а к ним за последние десятилетия столько же еще прибавилось. Прекрасными поделочными камнями могут стать красные полосчатые роговики Криворожья, окаменевшая среднеазиатская глина глиеж, большие возможности сулит использование окаменевшего дерева.

И все же в последнее время резко сократилась добыча цветного камня. Так, в камнерезной промышленности перестали использоваться многие цветные камни, и в том числе малахит, нефрит, лазурит, пестроцветные яшмы, амазонит, шайтанский перелив. Они уже не радуют нас в разнообразных изделиях, некогда извест-

ных далеко за пределами нашей страны.

В последнее время предприняты меры возрождения камнерезной промышленности. В 1965 г. при Министерстве геологии СССР создали трест «Цветные камни», который занимался изучением месторождений декоративного камня и самоцветов, поисками новых видов сырья, выпуском опытных изделий из камня и их популяризацией. Организовали попутную добычу ценного камня одновременно с разработкой железных, медных, оловянных и других руд.

И в наше время иногда появляются удивительные изделия из камня. У автора на столе стоит мозаичная картина работы камнереза-художника Галины Александровны Антроповой из г. Алма-Ата. Обычно в мозаике изображение составляется из множества каменных пластиночек. Но в этой мозаике с изображением моря и Коктебельских гор в Крыму каждая часть ландшафта сделана из одного кусочка цветного камня. Припавшие к морю безжизненные плоские горы Янышарской бухты изготовлены из коричневого гематитизированного песчаника, волнующееся море — из темно-синего волокнистого родусита, пирамидальные кипарисы — из темно-зеленого серпентинита, палатка на косогоре — из кварца и мрамора. Поразительно живописно темное вечернее небо с рваными белоснежными кучевыми облаками, подсвеченное пурпурными лучами только что опустившегося за горизонт солнца. Удивляет ювелирная подгонка каменных пластинок с неровными, порой зазубренными контурами — они примыкают вплотную друг к другу, без зазоров.

Проблема цветного камня далеко выходит за рамки чисто технических вопросов. Необходимо периодически устраивать выставки изделий из камня, они помогут выявить таланты и вместе с тем станут источником великолепной продукции для ювелирных и художественных магазинов. Нужно проводить конкурсы на камнерезные изделия, выполненные на определенные темы.

Нужно выставлять работы наших мастеров за рубежом. Кое-что уже в этом направлении сделано. Образцы возрожденного камнерезного искусства посылались в США, Бельгию, Францию, Швецию, Японию и другие страны, на Всемирную выставку в Монреале.

Радостно, что в нашей стране стало много любителей природного камня. В Москве и Ленинграде они объединились в Общество любителей камня при секции петрографии Общества испытателей природы. Главная цель общества — открыть для людей удивительное и прекрасное в камне, научить понимать его язык и законы.

Любители камня в 1970 г. организовали в Москве выставку образцов камнерезных изделий и камня. На стенде «Подмосковье» на карте области показаны месторождения ценных минералов и горных пород, а рядом выставлены изделия из них. Привлек внимание стенд с поделочными камнями курортного поселка Планерского в Крыму (в прошлом Коктебель) с изумительными розовато-красными сердоликами, причудливыми агатами и неповторимой парчевой яшмой. Специальный стенд был отведен пейзажным яшмам и камням с абстрактными рисунками. Особый уголок выставки посвятили причудли-

во ветвящнмся кораллам, перелнвающнмся перламутром аммоннтам н другнм зффектным окаменелостям.

В марте 1976 г. в Москве в помещенин Государственного бнологнческого музея им. К. А. Тнмнрязева проводилась выставка «Уднвнтельное в камне», на которой былн представлены минералы н горные породы Урала, Кавказа, Карпат, Подмосковья н изделия нз них. Кроме отдельных любителей, в ней участвовалн н отдельные учреждення, напрнмер Инстнтут сверхтвердых матерналов Академнн наук УССР (Кнев).

Изделня нз поделочного камня становятся неотъемлемой прннадлежностью нашей жнзни. Как здесь не напомннть прекрасные слова А. Е. Ферсмана: «Шнре, смелее дорогу камню в науку н техннку, в нскусство, архнтектуру н в самую жнзнь — жнзнь яркую, красочную, полную труда и творчества!» [1].

[1] Ферсман А. Е. Очаркн по историн камня. Т. II. М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 262.

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И СООРУЖЕНИЯ ИЗ КАМНЯ

Истории ряда изделий и сооружений из камня — интереснейшие темы для писателя.

Из цветного камня исстари изготовляли украшения, ваяли скульптуры, воздвигали памятники, камнем украшали предметы обихода царей и вельмож, облицовывали здания, из него высекали саркофаги. Изделия из камня свидетельствуют о времени и месте их создания. Есть среди них и такие, которые оказались в гуще исторических событий, к которым не потерян интерес и поныне.

Базальтовые идолы острова Пасхи

В безбрежных просторах юго-западной части Тихого океана затерялся небольшой остров Пасхи, получивший свое название в честь праздника Пасхи. Именно в этот день 1722 г. голландец Рогговен со своими спутниками первыми из европейцев высадились на острове. Сойдя на берег, моряки увидели гигантские каменные фигуры, водруженные в разных местах высокой вулканической горы и в ряде мест побережья. Макушки истуканов были увенчаны, словно коронами, огромными цилиндрическими камнями. Гордые, самодовольные, с поджатыми тонкими губами, стояли и лежали каменные статуи. Все они были поразительно схожи. У всех одно и то же стоическое выражение лица и до странности сильно удлиненные уши.

Островитяне в то время жили в каменном веке. Они не знали металлов, пищу готовили на раскаленных камнях в земляных ямах, жили в камышовых хижинах без окон. Увидев такое, голландцы решили, что на

всем свете нет такой отсталости, как на острове.

И тем удивительнее были многочисленные гигантские статуи, равных которым по величине никто не видел в Европе. Можно было представить, как в течение длительного времени, измеряемого, наверное, многими годами, туземцы выкалывали монолиты камня из застывших потоков вулканической лавы каменными орудиями (других они не знали) и превращали в статуи. Но морякам было совершенно непонятно, как колоссы весом до 30 т и высотой с трех-, а то и четырехэтажный дом, перемещали на десяток километров, а затем водружали.

Бегло осмотрев выветрелую поверхность изваяний, европейцы решили: фигуры вылеплены из глины, в которую затем воткнули кусочки камня. Тем самым отпали трудности в объяснении создания и передвижения идолов. Однако голландцы ошиблись — изваяния действительно были каменные, высеченные из базальта.

Знаменитый мореплаватель Кук, позже побывавший на острове, пришел к выводу, что каменные идолы — памятники прошлого. Об этом свидетельствовал их очень древний вид и полное безразличие островитян к разрушившимся террасам, на которых были воздвигнуты гиганты. Многие статуи были опрокинуты и лежали вблизи подножий своих пьедесталов, глядя в голубое небо. Создавалось впечатление, что истуканы свергнуты.

Кук осмотрел некоторые из постаментов и крайне удивился, обнаружив, что они сложены из огромных каменных блоков, тщательно обработанных и отполированных до зеркального блеска. Гигантские кубы были настолько точно подогнаны друг к другу, что не было нужды в связующем материале при кладке. Кук писал, что он нигде не видел более совершенной работы, даже в лучших дворцах и замках Англии. Выяснилось, что статуи не были кумирами в подлинном смысле этого слова, а служили памятниками умершим островитянам королевского рода.

Ни Куку, ни последующим путешественникам не было известно, какой народ занимался ваянием гигантов, как их высекали, перетаскивали по горной местности и водружали, почему внезапно прекратились эти работы и на острове осталось множество незавершенных статуй. Почему истуканы, ранее стоящие на платформах, впоследствии были низвергнуты и теперь все до одного лежали на земле, как могло немногочисленное население острова (оно никогда не превышало трех-четырех тысяч человек) вытесать и расставить повсюду сотни огромных статуй, каковы особенности социальной жизни островитян, если они могли так много положить труда на это титаническое дело?

Тайну идолов острова Пасхи раскрыл в наше время известный норвежский ученый Тур Хейердал. Более 600 каменных гигантов, разбросанных в разных местах острова, изготовлены в одной «мастерской». Они вытесаны из вулканической породы характерного серо-желтого цвета, встречающейся только в кратере потухшего вулкана Рано Рараку. Именно здесь в огромной каменоломне лежат многочисленные незаконченные фигуры. По ним легко проследить все стадии изготовления статуй.

Сперва в стене кратера вытесывали лицо и переднюю часть фигуры, потом вырубали бока, уши и длинные пальцы, всегда сплетенные ниже живота. Изваяние заканчивалось низким срезом. Каждая скульптура представляет собой как бы удлиненный бюст. Фигуры нагие, и все, за одним лишь исключением, изображают мужчин. Оформив переднюю часть статуи, переходили к задней. Для этого с обоих боков истукана углублялись в камень. Появлялась спина изваяния, связанная у позвоночника каменной перегородкой со скалой. Затем истукана тщательно полировали. Скульптура была закончена, не хватало только глаз над нависшими бровями.

Подперев фигуры глыбами, затем срубали полоску камня на спине и отделяли скульптуру от скалы. Далее наступал особо ответственный момент — спуск ее по крутому склону. О том, что эта операция не всегда проходила успешно, свидетельствовали поломанные скульптуры, встречавшиеся у подножия вулкана. Затем в грудах обломков вулканической породы рыли глубокие ямы и в них временно устанавливали фигуры. Здесь завершали обработку спины и затылка колосса, на талии вырезали пояс с символическими знаками. Только после того каменные фигуры отправлялись на культовые площадки в разные концы острова.

Слепые громадины поднимали стоймя и ставили на «аху» — каменную террасу вокруг культовой площадки. Здесь истуканы приобретали окончательный вид — вытесывались глазницы, на голову водружались своего рода шапки из красного камня массой от 2 до 10 т. Камень для «шапок» добывали в противоположном от «мастерской» конце острова, в 10 км от каменоломни Рано Рараку, в небольшом, залитом водой кратере вулкана. Статуи из серо-желтого камня и головные уборы из красной вулканической породы соединялись на культовых площадках, которых на побережье более пятидесяти. Чаще всего на аху стояли по 2, нередко по 4—6 фигур. В одном случае на культовой площадке высотой 4 м находилось пятнадцать подобных гигантов.

Хейердалу удалось установить последовательность событий от вытесывания каменных гигантов до появления их на культовых площадках. Но как практически это делалось, как много времени уходило на изготовление истукана, как их транспортировали по каменистой пересеченной местности, как без специальных подъемных машин поднимали и ставили на аху и как надевали шапки массой, равной массе двух взрослых слонов?

Чтобы ответить на многочисленные недоуменные вопросы, Хейердал провел своеобразный научный эксперимент. Он предложил небольшой группе островитян, потомкам древних каменотесов, повторить работу предков. Начали с изготовления истукана среднего размера высотой около 5 м. В старой «мастерской» в обрыве скалы взялась за работу «бригада» из шести человек. Орудием труда служили каменные рубила, в изобилии оставшиеся от старых мастеров. Ими ритмично ударяли по стенке кратера в такт ритуальной песне. Результат каждого удара был незначительный, всего-навсего маленькое серое пятнышко, но удары следовали друг за другом и вот уже появлялась ямка.

Время от времени каменотесы брызгали воду на скалу, чтобы удалить каменную пыль. На третий день настойчивой работы появились контуры истукана в скале.

Любопытна техника обработки камня. Островитяне сперва вырубали параллельные бороздки, затем скалывали оставшиеся между ними выступы. Лезвия рубил быстро закруглялись и тупились. Однако такие рубила не выбрасывали, а заостряли — затупившимся рубилом сильно били по другому, положенному на камень, да так резко, что осколки летели со свистом. Каменотес делал новое лезвие так же легко, как чертежник затачивает карандаш. В первую очередь вытесывали лицо и пальцы. Стало ясно, что трудясь в две смены, скульптуру можно изготовить за 12—15 месяцев.

Неожиданно простой оказалась техника подъема самого рослого гиганта с плечами шириной 3 м и весом 25—30 т. Его поднимали 12 островитян при помощи трех бревен и множества камней. Делалось это так. Под глубоко зарывшуюся носом в землю фигуру просунули бревна. Затем на бревнах повисли люди, раскачивая эти рычаги. Иногда одиннадцати человекам удавалось чуть пошевелить гиганта, и тогда «бригадир» подсовывал под его голову камешки. В работе быстро бежало время, все новые кусочки камня подкладывали под истукана и уже к вечеру его голова поднялась более чем на метр над землей. На девятый день статуя опиралась животом на тщательно уложенную башню из камешков высотой около четырех метров. Хейердал писал, что становилось жутко при виде тридцатитонного гиганта, вознесшегося над людьми на рост человека. Таким образом жители острова за 18 дней подняли и поставили на каменную площадку одного из самых крупных истуканов.

Островитяне точно не знали, как их предки транспортировали статуи. Они предполагали, что для этой цели использовали миро манго эруа — своего рода салазки, сделанные из ствола местного дерева с развилкой, ныне применяемые для перетаскивания глыб камня. Опыт с доставкой статуи упростили, выбрав скульптуру меньше средних размеров весом около 12 т. Шею истукана обвязали длинным канатом из прочной коры дерева хау-хау и затем 187 островитян выстроились вдоль каната и дружно потянули. Истукан сдвинулся с места. Сперва это были спазматические рывки, затем скорость движения возросла настолько, будто тащили не каменный колосс, а пустые ящики.

Опыт с водружением шапок на скульптуры не понадобился, ибо ответ напрашивался сам собой. Рядом со стоящим великаном находилась вспомогательная башня из щебня. По ней закатывали наверх красную «шапку». После того как статуя принимала окончательный вид, башню разбирали и от нее не оставалось следа. Когда древние мастера внезапно погибли, все дела, связанные с каменными гигантами, стали загадочными.

Изучение скульптур острова Пасхи показало, как даже в условиях каменного века человек с жаждой творчества и развитым практическим умом может сделать много удивительного. Живя на маленьком уединенном острове без войн и располагая достаточным временем, па-

схальцы, опираясь на древние традиции, высекали грандиозные каменные скульптуры.

Каменные деньги

Еще в глубокой древности люди обменивались продуктами своего труда. Археологи установили, что обмен между племенами существовал в каменном веке, когда возникло разделение труда. В первое время обмен был очень примитивным. В условленное место приносили продукты, предназначенные для обмена, и раскладывали их на видном месте. Затем приходило другое племя и, забрав эти продукты, оставляло там свои.

При более развитом обмене появился товар, который стал эквивалентом всех других товаров. Так возникли первые деньги. На первых порах примитивными деньгами служили раковины, перья птиц, собачьи зубы, бусы и другие вещи, в том числе камень и изделия из него. В неолите Китая деньгами служили крупные каменные диски и куски нефрита.

Интересно, что даже в XIX и начале XX вв. кое-где отсталые племена, находясь по уровню развития в первобытном обществе, пользовались такими деньгами. В Африке расплачивались брусками каменной соли, на Борнео — агатами, на острове Изабель и на Новых Гебридах — мраморными кольцами. У туземных охотников за черепами такое кольцо было эквивалентом стоимости человеческой головы, «очень хорошей» свиньи или юноши среднего роста. На юге Новой Гвинеи в качестве мерила стоимости выступали церемониальные топоры, изготовленные из вулканической породы. Ими пользовались к западу от Муруа и до залива Папуа, рассчитываясь за свиней, съестные припасы, лодки и землю. Этой же «валютой» оплачивались и услуги знахарей.

Пожалуй, самые крупные каменные деньги были в обращении на острове Яп (Вуап) из группы Каролинских в Тихом океане. Вот что писал во второй половине XIX в. знаменитый русский путешественник и этнограф Н. Н. Миклухо-Маклай: «Главная меновая единица на острове Вуап очень оригинальна и единственная в своем роде, так как о ней можно сказать: эти деньги лежат на берегу моря, покрываются ежедневно приливом, валяются на улицах и дорогах, несмотря на то, что каждый экземпляр может иметь ценность многих сотен долларов, они даже могут служить материалом для мостовых и других построек и не могут быть ни украдены, ни испорчены. Деньги, которые имеют все эти качества и называются туземцами «фе», состоят из камней, имеющих форму мельничных жерновов очень различной величины (от 1 до 7 футов в диаметре) и нередко несколько сот тонн весом, из белого, грубо обтесанного камня с отверстием посередине»[1].

И дальше Миклухо-Маклай сообщал, что ценность «фе» очень различна — в зависимости от величины и отделки она колебалась от нескольких долларов до тысячи и даже более. За один такой камень можно было купить огромное число кокосовых орехов, пирогу, жену, дом, участок земли и т. д. Орнамента на кам-

---

[1] Миклухо-Маклай Н. Н. Соб. соч. Ч. 1. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1951, с. 26.

них не было, за исключением одного или двух концентрических кругов или зигзага у внешнего края.

Материалом для изготовления «фе» служил арагонит (особая разновидность углекислого кальция) с островов Палау — своего рода монетного двора, — далеко находящихся от острова Яп.

Конечно, никто такие монеты не носил с собой. Их раз и навсегда устанавливали на одном месте, например перед изгородью дома. Когда после торговой сделки каменный диск попадал в собственность другому жителю острова, владелец перечеркивал старый знак и ставил свой. Для мелких сделок на острове Вуап использовали жемчужные раковины и циновки грубой работы.

«Фе», раковинами и циновками владели лица всех сословий. Кроме того, существовали деньги только для вождей. Ими служили шлифованные камни, нередко нанизанные в виде ожерелья. Отдаленность мест их распространения придавала этим камням необычайную ценность.

С «фе» острова Яп связана любопытная история. В 1872 г. на остров, тогда принадлежавший Испании, после кораблекрушения попал ирландец О'Кифи. Узнав, с каким трудом местное население перевозит на утлых пирогах каменные деньги, он решил использовать для этой цели надежную джонку. Ирландец отвозил туземцев с острова Яп на Палау, и пока они день за днем вырубали гигантские диски из камня, он отправлялся в Гонконг или Манилу, чтобы продать полученную в уплату копру. На обратном пути О'Кифи забирал «фе» и камнерезов, получив большой барыш.

Дела О'Кифи процветали и по единодушному решению вождей Япа он был избран «клоу рубак» — королем острова. Ирландец открыл счет в гонконгском банке, стал владельцем четырех джонок и прекрасной виллы. Успехи чужеземца заставили испанские власти вспомнить о своем далеком владении. В одной из бухт острова вскоре бросили якоря парусники «Сан Квинтин» и «Корридео» с большой группой переселенцев. Почти одновременно туда же вошла и немецкая канонерка для защиты интересов немецких торговцев. Капитан «Илтиса» под угрозой наведенных на берег пушек потребовал спустить испанский флаг, реявший над островом.

Остров Яп неожиданно очутился в центре мировой политики. О нем заговорили в Мадриде и Берлине языком ультиматумов. Все-таки через три месяца правительства Испании и Германии согласились передать конфликт на рассмотрение римского папы Льва XIII. Яп был признан испанским владением, однако другим государствам разрешалось создавать на острове свои торговые фактории.

После этого О'Кифи вновь стал успешно торговать, но в самом конце прошлого века обстановка опять изменилась. После того как Германия купила часть испанских островов, Яп стал немецкой колонией. Новый губернатор острова Фрилaндер, старый торговый конкурент О'Кифи, заставил ирландца покинуть остров. К тому же одновременно был издан указ, разрушивший последние надежды «клоу рубак»: жителям Япа было запрещено удаляться на расстояние более 200 миль от острова. А это значило, что Палау, где добывали каменные

деньги, находившийся в 300 милях, стал недоступным.

Однако «фе» существуют и поныне. В 1929 г., после того как Яп перешел к Японии, провели учет этих необычных для нашего времени денег. На острове тогда насчитали тринадцать тысяч двести восемьдесят один диск. Некоторую часть их японцы использовали при сооружении причалов, при возведении фундаментов зданий и для других нужд.

В настоящее время сохранившиеся «фе» ценятся очень высоко. Интересно, что этот капитал держат не только в хижинах. Часть «фе» хранится у обочин дорог или по границам огородов вместо изгороди. Владельцы каменных денег не беспокоятся о них — ведь огромную «монету» поперечником до двух с лишним метров украсть невозможно!

А вот самые последние сведения о каменных деньгах. Известный чехословацкий этнограф М. Стингл в 1975 г. писал, что и ныне в западной части Микронезии на островке Румун расплачиваются огромными каменными дисками. С большими надеждами на этнографические открытия М. Стингл отправился на лодке на остров, не ведая, что чужеземцам запрещено ступать на эту землю. И когда он прошел в глубь острова на несколько километров, на него внезапно набросилась кричащая, вооруженная пиками с наконечниками из акульих зубов, толпа аборигенов. М. Стингл остался жив лишь только потому, что в студенческие годы был неплохим бегуном на средние дистанции и у лодки оказался раньше, чем его настигли туземцы.

Великая камея Франции

Изделия из резного камня называют геммами. На них изображены женские и мужские бюсты, аллегорические картины, военные сцены, звери, птицы и др. Гемму с выпуклым изображением называют камеей, с углубленным — инталько. Лучшие камеи вырезают из слоистых камней: фон у них одного цвета, изображение другого. Выше всего ценятся трехцветные камеи. Геммы, выполненные на наиболее твердых и прочных цветных камнях и самоцветах, дошли до нас из глубины веков в великолепной сохранности, пережив другие памятники искусств.

Геммы уже были известны в Древнем Египте и странах древней Месопотамии, но особенно широко распространились в античное время. Античные геммы не только прекрасны как произведения искусства, они знакомят нас с древним миром и его культурой. На них изображены копии знаменитых в древности статуй и картин, оригиналы которых не дошли до нас. Огромный интерес представляют изображения государственных деятелей, писателей и художников. В геммах отражена во всем многообразии жизнь античного общества: здесь сцены войны и охоты, богатый и нищий, атлет и актер, изображения диких и домашних животных.

Самая большая в мире камея хранится в Кабинете медалей в Париже. Она сделана из пластины оникса (агата, состоящего из чередующихся белых и черных полос) размером 31 X26 см. На ней с ювелирной тонкостью изображено более 20 фигур,

скомпонованных в три горизонтальных пояса. Датируют камею началом I в. н. э., временем правления римского императора Тиберия, преемника Августа. В середине камеи на троне изображен Тиберий — атлетически сложенный мужчина с большими глазами и прямым носом. Рядом с ним знатная римлянка и два молодых воина, Друз и Нерон, сыновья знаменитого полководца Германика, считавшиеся будущими преемниками Тиберия. Над центральной группой — покойный император Август с ближайшими родственниками. Внизу — рельефные изображения побежденных германских и дакских воинов с женщинами и детьми.

В целом камея — картина в камне с тщательно проработанными лицами, величественными и благородными позами Тиберия и Августа, скорбными, со склоненными головами фигурами пленных варваров. По словам искусствоведа А. С. Варшавского, парижская камея «удивительной тонкости и изящества работа». Творец ее неизвестен.

У парижской камеи очень сложная история, которую можно было бы положить в основу многопланового детективного романа. За свою почти двухтысячелетнюю историю она много раз меняла хозяев, государства, города и дворцы и, конечно, ее похищали. Вот как складывалась история этого удивительного резного камня.

Когда Древний Рим пришел в упадок, на стыке Европы и Азии на месте небольшого греческого города Византион в 334 г. основали столицу Восточной Римской империи, в будущем Константинополь. Император Константин хотел сделать из нее второй Рим. Началось бурное строительство, появляются один за другим поражающие роскошью мраморные дворцы, сверкающие золотом храмы, большие площади, соединяющие длинные и широкие улицы, гигантский ипподром. В Константинополь перевозится личная казна императора. В ней среди римских золотых монет всех эпох, сосудов из золота и серебра, драгоценных камней и других сокровищ оказалась и огромная камея.

В 1204 г. армия крестоносцев штурмом взяла Константинополь. Город разграбили. Дворцы и дома, церкви и храмы, усыпальницы, парки и сады разорили рыцари. Повреждены мраморные колонны, разбиты и искалечены античные статуи. С императорской трибуны ипподрома сняли и увезли четверку бронзовых лошадей, покрытую золотом. В эти тяжелые для Византии дни исчезла и большая камея. К тому времени она стала массивнее — ее окружила оправа, усыпанная драгоценными камнями и жемчугом. В углах оправы находились сделанные из эмали изображения евангелистов Марка, Матфея, Луки и Иоанна.

Точно неизвестно, как камея попала в руки Балдуина II, императора Латинской империи, — обширного государства, основанного крестоносцами на Балканском полуострове. Балдуин вечно нуждался в деньгах и «уступил» за огромные деньги несколько христианских реликвий французскому королю Людовику IX. Король верил, что святые реликвии избавят его от малярии и какого-то кожного заболевания, портившего ему жизнь. Среди «святынь» — «тернового венца» Христа и щепочки от креста, на ко-

тором его будто бы распяли, была, по-видимому, и большая камея. Во всяком случае, в 1341 г. в списке ценностей парижской часовни в аббатстве Сен-Дени уже значилась уникальная резная картина на камне. Правда, в записи ее смысл был передан иначе. Монахи считали, что камея изображает триумф Иосифа, которого, как утверждает Библия, возвысил египетский фараон. А спустя два года по распоряжению короля Филиппа VI камею передали в дар римскому папе Клименту VI.

В то время резиденция римских пап находилась во Франции в городе Авиньоне. Климент располагал богатой казной, а французский король, готовясь к войне с Англией (в истории она известна под именем Столетней), нуждался в деньгах. Папа римский в который раз предоставил королю значительную сумму денег. Очевидно, большая камея, отправленная в дар Клименту VI, служила знаком благодарности короля за помощь духовного владыки.

Через несколько десятков лет положение изменилось. Упали доходы римских пап, по-прежнему находившихся в «авиньонском плену». Пришла пора продавать церковные ценности. Большую камею приобрел французский король Карл V. Редкостное произведение искусства передали часовне в Сен-Дени, засвидетельствовав это событие на золотой оправе резного камня. В праздничные и торжественные дни камею забирали из сокровищницы часовни и во время процессии носили вместе с другими реликвиями.

Духовные лица, не разбиравшиеся в искусстве одеждах и привычках древнего мира, считали, что на камне изображена сцена библейского сказания об Иосифе, а не языческий император со своими близкими. И только в 1619 г. муниципальный советник К. Ф. Перейск, большой знаток и собиратель произведений искусства, усомнился в библейском сюжете камеи. В одном из писем к Рубенсу он писал о редкостной находке в сокровищнице Сен-Дени.

Рубенс был не только гениальным художником, но и страстным коллекционером картин, медалей, книг и великолепным знатоком античного искусства. Приехав в Париж, чтобы написать картины из жизни французских коронованных особ, он нашел время и для осмотра камеи. Рубенс пришел в восторг и зарисовал ее, рисунок же подарил Перейску. По нему Лука Востерман изготовил гравюру, которую затем поместили в энциклопедическом словаре «Тезареус».

Перемену в судьбе Большой камеи вызвала Великая французская революция. Королевская казна становится достоянием народа, ее сокровища выставляют для всеобщего обозрения. Камея попадает в Кабинет медалей. В первые годы XIX в. она привлекла особое внимание Шарлье — человека без определенных занятий. В течение нескольких лет он день за днем посещает музей, непрестанно любуясь Большой камеей. Наконец Шарлье решает выкрасть знаменитый резной камень. Сначала он хотел взорвать музей, но после размышлений отказался от первоначального плана. Ведь кто знает, уцелеет ли камея после взрыва? Пришлось пойти на хитрость. Чтобы смело ходить по Парижу в ночное время, Шарлье переодевался в форму национального гвардейца. Выбрав

ненастную погоду, он ночью проникает в музей, выдавливает стекло в окне и не спеша берет давно облюбованные ценности — Большую камею, золотые вазы и чаши.

На следующее утро в Париже только и было разговоров о краже ценностей из Кабинета медалей. Одним из первых посетителей музея, выразившим хранителям ценностей свое сочувствие в нещадно бранившим вора, был Шарлье! И в течение двух месяцев он, как и прежде, ежедневно посещал Кабинет медалей.

А затем Шарлье стал распродавать похищенное. Золотые вещи были тайком проданы в Англии. А с камеей авантюрист не спешил расстаться. Сперва из золотой оправы были вынуты драгоценные камни, а металл переплавлен. Камею продали в Амстердаме. По городу поползли слухи об удивительном резном камне. Дошли они и до французского консула, деятельного человека. Он решил проверить разговоры и собственными глазами увидел похищенную драгоценность. Через несколько часов вор оказался в тюрьме. А камея возвратилась в Париж в то время, когда Наполеон короновался и проявлял особый интерес ко всему «истинно царскому». Понятно, что резной камень римского времени, да еще с изображением императоров, оказался очень кстати. Ему оказали исключительное внимание — закрыли трещинки, почистили, навели блеск и поместили в позолоченную оправу, изготовленную в пышном стиле ампир. Наполеон уникальный резной камень назвал «Великой камеей Франции». Хранили его во дворце Тюильри.

Очередной поворот в истории Большой камеи случился в 1832 г., когда король Луи-Филипп в порядке показной демократичности «разжаловал» ее. Камею лишили оправы и вновь отправили в Кабинет медалей, где она находится по сей день. В последнюю мировую войну камею и другие драгоценности для спасения от гитлеровцев временно вывезли на юг Франции. Только через шесть лет, в 1945 г. она возвратилась в Лувр.

Две скульптуры Государственного Эрмитажа

В Эрмитаже в Ленинграде хранятся бесценные шедевры искусства. Возраст многих из них измеряется веками и тысячелетиями. Выполнены они в большинстве случаев иноземными мастерами, а значит, их путь в музей не всегда был гладким и быстрым. И действительно, среди произведений искусства из камня немало таких, с которыми связаны исторические лица и события, порою очень бурные и запутанные. В этом отношении большой интерес вызывает мраморная статуя Венеры Таврической, вот уже более двух столетий находящаяся в России. Как же скульптура, рожденная в Древнем Риме, попала в столицу России на Неве?

Новая история статуи начинается в 1719 г., когда в Рим по поручению Петра I приехал капитан Юрий Кологривов. Основная цель его поездки состояла в проверке успехов в обучении и поведении молодых русских людей, посланных за границу для учебы. Но энергичный царь редко

довольствовался только одним заданием. Так было и на этот раз. Кологривову поручили покупку ценных антиков: мраморных статуй, бюстов, ваз и других художественных изделий, подобных тем, которыми в то время в изобилии украшали залы дворцов и замков в Европе. Царь строго распорядился: при покупке пуще зеницы ока беречь деньги и стараться заполучить нужную вещь как можно дешевле.

Кологривову в Италии повезло. В первые дни пребывания в Риме он встретился с человеком, только что выкопавшим из земли великолепную мраморную статую. Казалось, обстоятельства складываются самым лучшим образом. Но незадолго перед этим папа римский Климент XI категорически запретил продажу иностранцам итальянских древностей. Он поступил так потому, что был знатоком и покровителем искусства. Климент XI основал в Болонье знаменитую Академию художеств и платил большие деньги знатоку древностей Ассемани за редкие восточные рукописи для Ватиканской библиотеки. Он не мог примириться с потерей для своей страны художественных сокровищ Древнего Рима, а между тем с каждым годом возрастал спрос на прекрасные антики. Вот почему появился папский запрет на вывоз древних художественных ценностей.

В трудной обстановке Кологривов не растерялся и не отказался от мысли приобрести статую. Более того, неблагоприятная обстановка в известном отношении даже помогла ему, потому что папский эдикт привел к пониженню цен на рынке на античные скульптуры. Теперь редкий иностранец отваживался приобрести ценность, которую только контрабандой можно было переправить в свою страну. У собственника только что откопанной скульптуры появилась вполне реальная перспектива созерцать великолепное мраморное изваяние и по-прежнему оставаться бедным. Так не лучше ли тайно продать скульптуру, пусть даже по дешевке, безумцу или пройдохе, который рассчитывает как-то обмануть бдительных таможенников папы и нелегально вывезти ее из Рима?

Кологривов в марте 1719 г. писал в Петербург о развернувшихся событиях: «На сих днях купил я статую марморовую Венуса, старинная, найденная с месяц; как могу, хоронюся от известного охотника и скульптору вверил починку ее; не разнит ничем от флоренской славной (Кологривов имеет в виду знаменитую статую Венеру Медичи. — В. Л.), но еще лучше тем, что сия — целая, а флоренская изломана во многих местах; у незнакомых людей попалась, и ради того заплатил я за нее сто девяносто шесть ефимков[1], а как бы купить иначе, скульптор говорит — тысяч десять и более стоит; только за то опасаюсь — о выпуске, однако уже она Вашего Величества и еще будет починки кругом ее месяца на два...»[2].

Кологривов оказался прав, опасаясь отказа на разрешение вывоза статуи за пределы Рима. Климент XI не сделал исключения даже для русского царя, о котором так много

---

[1] Ефимок — иностранная крупная серебряная монета, обращавшаяся в XVII в. в Московском государстве. Весил ефимок примерно 28 г.

[2] Успенский Л., Шнейдер К. За семью печатями. М., «Молодая гвардия», 1958, с. 18.

говорили в те годы в Европе. Папа римский рассуждал следующим образом: «Закон есть закон! Ему подчиняются все, а тем более правители, понимающие лучше других людей значение государственных установлений. И если северный царь приобрел статую, то что же, пусть владеет ею здесь на месте! А вывозить античную скульптуру из Рима не разрешаю!».[1]

И все-таки вскоре был найден оригинальный выход из трудного положения. Пришлось идти окольным путем, оказав давление на религиозные чувства католиков. В те годы к русскому государству была присоединена Прибалтика. В столице Эстляндии Ревеле (ныне Таллин) в захудалом монастыре обнаружили останки католической святой Бригитты, считавшейся «просветительницей эстов», как ее титуловал Ватикан. С XVI в., когда эстонцы стали лютеранами, они совершенно забыли святую Бригитту и не оказывали ее останкам никакого внимания. А русской церкви тем более не было никакого дела до чужих святынь. Вот так мощи святой Бригитты оказались забытыми.

Кто-то в русском посольстве в Риме кстати вспомнил об останках эстонской католической святой. Вскоре по городу поползли слухи о том, что его Апостолическое Святейшество папа римский, заботясь о славе и почестях святых, крайне огорчен горестной судьбой мощей святой Бригитты. За нетленные останки святой и возвращение их в лоно истинной церкви он готов заплатить любые деньги. Однако московский царь, не дорожа мощами святой Бригитты и пренебрегая значением их для верующих, легкомысленно отказался от продажи. Но Петр I, бесстыжий правитель, согласен на обмен. Московский государь может отдать бесценную для католиков реликвию за изваяние нагой языческой блудницы, изготовленной, наверное, самим Сатаной для совращения правоверных.

Слухи дошли до Климента XI и, несмотря на свою беспечность, заставили глубоко задуматься. Зная положение в католической религии и политическую ситуацию в Европе, папа римский понимал, что его правление не было успешным. Он допустил много промахов. За время его правления римский престол потерял такие важные области как Сицилию, Сардинию, Парму и Пиаченцу. А что принесла его большая любовь к искусству и наукам? Да, он содействовал их развитию, но многими католиками, даже не фанатически настроенными, это покровительство папы рассматривалось как мирская суетность. И хотя Климент XI стоит над всеми верующими, но и он может оказаться в тяжелом положении, если рискнет сохранить изображение в мраморе нагой красавицы ценой потери святых мощей.

Просвещенный глава католической церкви прекрасно понимал художественную и материальную стоимость скульптуры, которая не шла ни в какое сравнение с остатками неведомого праха. И все же сложившееся положение было очень щекотливым. Не желая рисковать, Климент XI дал согласие на вывоз мраморной статуи. Так папа римский, не зная источника слухов, попал в хитроумный

[1] Успенский Л., Шнейдер К. За семью печатями. М., «Молодая гвардия», 1958, с. 18.

капкан, расставленный русскими дипломатами.

Любопытна и сама перевозка статуи в Петербург. Рассудив, что путь по морю ненадежен, решили отправить ее по суше. По удобным дорогам скульптуру везли в специальной люльке, привязанной постромками к нескольким лошадям. В горах ее несли на руках. И везде, за много верст впереди драгоценного груза скакали нарочные, заботившиеся об исправлении дорог и укреплении мостов. Статуя пересекла Северную Италию, горы Тироля, степи Венгрии, поля Австрии, леса Польши, Белоруссии, Смоленщины и Псковщины. В это время в народе распространялись всякие небылицы. Бородатые крестьяне, узнав, что представляет собой так бережно охраняемый груз, приходили в ужас, плевались и крестились.

Статуя Венеры благополучно прибыла в столицу. Сначала ее установили в Летнем саду для всеобщего обозрения. Она стояла в специальном гроте под охраной часовых, менявшихся согласно уставу караульной службы шесть раз в сутки. Скульптуру назвали Петровской Венерой. Но нашлись фанатики, пытавшиеся ее разбить. Статую пришлось убрать с открытого места. В царствование Екатерины II ее поместили в Таврический дворец в Петербурге. С того времени ее стали называть Венерой Таврической.

Ныне прекрасная статуя выставлена в одном из залов Эрмитажа и неизменно вызывает восхищение у посетителей своими великолепными пропорциями и блестящим мастерством ваятеля. Ее стройное тело легких, несколько удлиненных пропорций, изящно и грациозно. Искусствоведы считают, что по своему замыслу она близка к знаменитой скульптуре Праксителя Афродите Книдской и представляет собой римскую копию с оригинала.

Другим интересным памятником античного искусства служит мраморная статуя римского императора Августа, выполненная около двух тысяч лет назад. Скульптура изображает сидящего Августа. С левого плеча ниспадает плащ, закрывая ноги и обнажая торс. В левой руке император держит скипетр, знак власти, в правой шар — символ вселенной, с изображением крылатой богини победы Виктории.

Скульптура Августа торжественна и величественна и по своему замыслу сходна с культовыми статуями главного божества Древнего Рима Юпитера. И хотя Октавиан был хрупкого телосложения, ниже среднего роста и часто болел, но здесь он изображен широкоплечим атлетом с мощной мускулатурой, с гладким лицом без морщин и складок. Эта героизация облика правителя типична для императорского Рима, она подкрепляла идею обожествленного правителя и оправдывала единоличную власть.

Вместе с тем в скульптуре отражены и конкретные черты лица Августа. Несомненно портретны заостренное книзу худощавое лицо, слегка сдвинутые брови и полная нижняя губа. Передана характерная прическа со слегка вьющимися волосами и отдельными прядями, ниспадающими на лоб. В скульптуре лицо Августа спокойно и ясно, свидетельствуя о его осторожной и скрытной натуре. Действительно, Август любил повторять афоризм Эврипида, знаменитого гре-

ческого драматурга V в. до н. э.: «Лучше вождь осторожный, чем слишком смелый».

Мрамор скульптуры обработан с высоким мастерством. Камень кажется мягким, а тонкая полировка ведет к незаметным, совершенно естественным переходам. Скульптуру оживляет плащ, обрисовывая форму колен, а четко проработанные глубокие складки создают многообразную игру света и тени. Ритм складок, многократно повторяющихся, усиливает впечатление торжественности и монументальности.

Интересно, что со стороны спины камень не обработан. По-видимому, скульптура стояла у стены в одном из мраморных храмов в городе Кумы в Италии, где ее нашли.

Город из камня и на камне

В Крыму больше, чем в каком-либо другом уголке нашей страны, самых разнообразных памятников древности. Все они так или иначе связаны с камнем. Но среди них особенно выделяются средневековые пещерные города из камня и на камне. На скалах стояли каменные дома и церкви, дороги и ступени лестниц высечены в камне, города опоясывали сложенные из известняка оборонительные стены. Воду доставали из глубоких каменных колодцев. А в скалистых обрывах было высечено множество пещер. В пещерных городах мы видим камень и только камень.

Когда Крым в VIII в. захватили хазары, коренное население, спасаясь от гнета и произвола завоевателей, стало уходить с южного берега полуострова и плодородных предгорных долин в горы. На труднодоступных обособленных горах-останцах и скалистых мысах Второй гряды Крымских гор, великолепных естественных бастионах, возникли города. Чтобы представить, как выглядели эти поселения в пору своего расцвета, нужно сказать об особенностях рельефа Второй гряды. Склон ее, обращенный на юг, обрывистый и крутой, тогда как северный, совпадающий с наклоном полого залегающих известняков, слабо наклонен на север и постепенно сливается с широкой многокилометровой межгорной долиной.

Горная гряда, прорезанная узкими долинами рек Альмы, Бодрака, Качи и Бельбека, разделена на крупные обособленные звенья. Среди них довольно часто встречаются столовые горы и плосковерхие скалистые мысы.

Такие горы-останцы и скалистые мысы и облюбовало местное население, спасаясь от хазар. Это были довольно большие укрепленные населенные пункты, надежно защищенные высокими обрывами с юга и мощными крепостными стенами с севера. На плато было много жилых домов и общественных зданий, разделенных узкими улицами и площадями. А в скалистых известняковых обрывах высекались многочисленные, нередко во много ярусов, пещеры. Одни из них служили для хранения запасов продовольствия, другие были казематами, казармами, часовнями и склепами. В яркий солнечный день, когда на склон от скал ложатся глубокие тени и рельефно выступают неровности, черные пятна пещер при-



РИС. 46.
Окончание столовой горы с пещерным городом Эски-Кермен.

дают обрывам горной гряды вид гигантских пчелиных сот.

Прошли века, прекратилась жизнь в древних городах, наземные постройки разрушились до основания, опустевшие места заросли лесом. А пещеры великолепно сохранились. Не удивительно, что у первых русских и западноевропейских путешественников XVIII—XIX вв. сложилось ложное представление, что такие поселения состояли только из пещер. А в действительности жизнь городов протекала не в пещерах, а в домах и на улицах на каменистом плато.

Эски-Кермен (в переводе с тюркских языков «старая крепость») — один из крупнейших пещерных городов Крыма. Он занимает верхнюю часть длинной столовой горы около села Крепкое Бахчисарайского района (рис. 46). В ее крутых и высоких обрывах высечены пещеры (рис. 47). Из долины к главным воротам города ведет высеченная в известняке дорога из трех маршей. Вблизи нее с незапамятного времени лежат огромные глыбы, отвалившиеся от скалистого массива. В самой большой из них вырублен православный храм, на одной из его стен фреска с изображением трех всадников. Под фреской в скале высечена могила.

Вот и городские ворота — прорубленный в скале широкий коридор, в свое время перекрывавшийся башней-часовней. От ворот в обе стороны скалистого мыса расположились с перерывами казематы — вырубленные в известняке помеще-



РИС. 47
Скалкстыа обрыеы столоаой горы с пещерным городом Эскк-Керман и высачаккымк в кзвасткяке кезематами.

ння с бойннцамн н амбразурамн. Из ннх во время сражений металн стрелы, сбрасывалн камин, лнлн смолу и кипящую воду.

Ворота Эскн-Кермена переходят в главную улнцу города. Сотнн лет по ией ездилн повозки, выбившие в прочном известняке глубокне колен (рнс. 48). Онн — свидетель оживленной торговлн в городе, стоявшем вблнзн главного торгового путн нз южноукраинскнх степей к Херсонесу на берегу Черного моря. Справа от иачала улнцы расположились пещеры большого храма. В самой большой нз ннх потолок поддержнвают четыре колонны, у стены поднялось вырублеиное в массиве камня епнскопское кресло н скамьи для прихожан.

Важную роль в жизнн города игралн зерновые ямы. И сейчас у казематов в скале вндны круглые отверстня подземных хранилищ кувшинообразной формы, уходящне на глубину до 3—4 м (рис. 49).

Доступ к городу с севера и почтн всего западного н восточного края прикрывала мощная крепостная стена шнрнной в два метра. Оиа сложена крупнымн блокамн тесаного известняка, тщательно подогнаиными друг к другу. Венчалн стену огромные плоскне плнты. Вес их настолько велнк, что оборонительную стену нельзя было разрушить.

На плато стоял большой христианский храм в вnде базилики, построенный одновременно с городом и кре-

постными стенами. Это был богатый храм, украшенный колоннами из мрамора и змеевика.

Благополучие Эски-Кермена, как и любой крепости, полностью зависело от обеспеченности водой, особенно во время длительных осад. Римский военный писатель Вегеций (V в. н. э.) писал по этому поводу: «Великим преимуществом пользуется город, если внутри его стен имеются неиссякаемые источники... Не так легко победит жажда тех, кто находится в осаде, если они за это время могут пользоваться хотя бы незначительным количеством воды, пусть только для питья» [1].

Эски-Кермен был в выгодном положении, водой его надежно обеспечивал «осадный колодец». У восточного края столовой горы в зарослях кустарника видно четырехугольное отверстие, уходящее в сумрак. Это люк входа в колодец. Шестью маршами круто, словно на морском судне, лестница уходит вниз. Каждая ее ступень высотой около полуметра, так что по лестнице может двигаться только сильный человек. На стенах колодца отчетливо видно, что камень вырубали мелкими ударами кирки. Каждый марш лестницы заканчивается ровными площадками. Всего в лестнице осадного колодца 82 ступени. За последней располагается обширный глубокий резервуар для воды, на его стенах видны следы уровней воды в колодце, менявшихся в разное время.

В VIII в. народ восстал против хазар. Вспышка народного гнева была жестоко подавлена, а главный оплот восставших — крепость Эски-Кермен — захвачена и разрушена. Так Эски-Кермен стал незащищенным открытым поселением. Окончательный удар городу нанесли в 1229 г. орды темника Ногая, почти полностью уничтожившие население. И когда по этим местам в 1678 г. проезжал Мартин Броневский, посол польского короля Стефана Батория к крымскому хану, он застал только одни руины, которые по его словам «так же древни, что ни турки, ни татары, ни сами греки не знают названия их».

РИС. 48.
Следы древней колесной дороги на скалистом основании пещерного города Эски-Кермен.

[1] Вегеций. Краткое изложение военного дела. Кн. IV, 10. — «Вестник древней истории», 1940, № 1, с. 283.

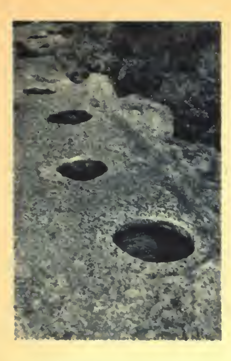


РИС. 49.
Зерновые ямы, высеченные в известняковом массиве. Пещерный город Эски-Кермен.

Многие старинные крепости также можно назвать городами из камня и на камне. Такова, например, крепость в Каменец-Подольске на Украине. По дороге с юга, идущей от Черновцов, внезапно над узкой лентой шоссе нависает каменная громада средневековой крепости с мощными многометровыми стенами, могучими боевыми башнями и узкими щелями бойниц. Еще один крутой поворот и впереди появляется неповторимый силуэт удивительного города. На высоком известняковом полуострове, словно на гигантском пьедестале, почти отделенном глубоким ущельем реки Смотрич от каменного плато, видны стремительные силуэты колоколен, костелов, ратуш, господствующие над тесно построенными небольшими аккуратными домиками.

Исаакиевский собор

Исаакиевский собор — одно из величайших сооружений в мире. Высота его 101,9 м, диаметр главного купола более 20 м, масса уникального сооружения превышает 300 тысяч тонн. Здание занимает площадь более гектара. Вместе с тем Исаакиевский собор вызывает исключительный интерес как один из самых эффектных памятников широкого применения русского камня в архитектуре. По словам А. Е. Ферсмана, он может считаться музеем облицовочного и поделочного камня.

Собор возводился по проекту архитектора О. Монферрана с 1819 по 1858 год. Назван он в честь святого Исаакия Далматского, день празднования которого совпадал с днем рождения Петра I.

Грандиозное здание прекрасно соответствует масштабу большого города, его обширным площадям и улицам, общему архитектурному облику Ленинграда. Величественный силуэт Исаакиевского собора хорошо воспринимается с больших расстояний и является одним из самых интересных в облике города.

Архитектура Исаакиевского собора, последнего крупного памятника русского классицизма, отличается ясностью замысла и четким членением здания. Гладкие мощные стены собо-

ра прорезаны полуциркульными окнами. К стенам примыкают торжественные и монументальные портики с грандиозными монолитными колоннами из гранита (рис. 50) и громадными скульптурными горельефами и группами. В южном и северном портиках по 16 колонн, восточном и западном — по 8. Высота каждой из этих цельных колонн 17,0 м, диаметр 1,8 м, масса 114 т. Словно золотая шапка, над собором поднялся главный купол.

Эффектному внешнему виду собора способствует и камень, с исключительным размахом примененный в строительстве. Яркое сочетание серой облицовки и финляндского рускеальского мрамора, красных колонн из пютерлакского гранита с золотом куполов сообщает ему парадный облик.

Строительство собора началось с устройства фундамента на слабо насыщенных водой неоднородных глинах. Строители хорошо представляли себе сложность возведения столь тяжелого сооружения на таком ненадежном грунте. Самым верным способом укрепления грунта в то время считалось устройство свайного основания. В грунт загнали 12 тысяч свай, а на них уложили два ряда огромных гранитных плит толщиной 7,5 м. На возведение фундамента ушло пять лет, в нем было занято до 125 тысяч человек.

При строительстве собора были допущены просчеты, вскоре давшие о себе знать. Поскольку сначала возвели сравнительно легкие портики, а затем тяжелую среднюю часть собора, началась деформация сооружения. Под тяжестью центральной части здания грунт оседал сильнее, чем под более легкими по краям. Появились трещины, перекосы колонн, пострада-



РИС. 50.
Грандиозные цельные колонны Исаакиевского собора из выборгского гранита.

ли строительные конструкции. Неравномерная осадка продолжалась до 50-х годов нашего века, достигнув 45 см. Возникла опасность обрушения средних опорных столбов собора. Пришлось в 1956—1957 гг. срочно заняться их укреплением.

Возведение собора начали с установки монолитных колонн портиков. Выломка колоссальных монолитов гранита, погрузка на особые суда, перевозка, выгрузка, обработка заготовок и, наконец, подъем и установка 48 колонн оказались исключительно трудным делом. Но благодаря блестящей организации труда каждую колонну портика устанавливали за 40—45 минут 128 рабочих, используя специальные леса и кабестаны. Это было выдающееся достижение русских строителей. Установка гранитных колонн портиков была закончена в 1830 г.

В 1831 г. стали сооружать стены собора и подкупольные пилоны. В 1838 г. на высоком «барабане» (цилиндрической верхней части здания) возвели купол с металлическим каркасом диаметром 22,1 м (по своим размерам третий в мире), окруженный монолитными гранитными колоннами. Высота каждой колонны 13,36 м, масса 67 т.

Во внутренней отделке собора использованы дорогие цветные камни: лазурит, малахит и мраморы разнообразного цвета. Достопримечательностью собора являются колонны в алтаре — 8 больших из уральского малахита высотой 9,7 м и диаметром 43 см и две из бадахшанского лазурита высотой 4,9 м и диаметром 62 см. Малахита на облицовку колонн ушло около 20 т, лазурита 1,3 т. Стоимость каждой колонны составляла примерно 31 тыс. золотых рублей.

Малахитовые и лазуритовые колонны — истинное украшение собора. «В полумраке собора среди мягких тонов серого и серо-розового мрамора зеленые бархатистые колонны производят чарующее впечатление. Совершенно теряются лазуритовые колонны, слишком темные и мрачные. Правда, эта картина меняется при электрическом освещении, когда лазурит начинает гореть ярким синим огнем»[1].

Для внутренней облицовки использованы белогорский и розовый тивдийский мраморы, в меньшей степени итальянские (желтый сиенский, красный и «верде-антико»). Из шокшинского кварцита сделаны пилястры и архитравы. Полы в основном выстланы плитами серого рускеальского мрамора.

Алтарь и престол отделаны итальянскими мраморами. К престолу ведет ступень из зеленого генуэзского мрамора со вставками из желтого сиенского. На таком же пьедестале стоит и дарохранительница. Иконостас вырезан из великолепного каррарского мрамора.

Украшают собор и позолоченные бронзовые детали. Стены и своды разрисованы К. П. Брюлловым, Ф. А. Бруни, П. В. Басиным и другими художниками, выложены мозаиками И. С. Шаповалова и А. Н Фролова. Изнутри и снаружи здание украшают более 350 скульптур и рельефов, выполненных по моделям И. П. Витали, Н. С. Пименова, П. К. Клодта и других выдающихся мастеров XIX в.

[1] Ферсман А. Е. Очерки по истории камня. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1954, с. 149.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Если путь твой к познанию
мира ведет,
Как бы ни был он долог
и труден —
вперед!

А. ФИРДОУСИ

Вот и пришло время закончить повествование. Не бывает книги без героя. В этой книге главный герой — камень. На ее страницах перед читателем прошли горные породы, разноликие образования, отличающиеся друг от друга внешним видом, свойствами и происхождением.

Автор надеется, что, прочитав книгу, читатель не останется безучастным к встречающимся на его пути горным породам и во время походов и экскурсий будет не только восхищаться яркой расцветкой и причудливым узором поверхности камней, но и не пройдет мимо внешне ничем не примечательного камня, история которого не менее интересна, чем нарядной горной породы.

Знакомясь с книгой, читатель, конечно, заметил, что в науке о камне еще немало неясного и спорного. Странно ли это? Если вдуматься, ничего неожиданного в этом нет. Ведь все науки в ходе своего развития сталкивались с непонятными или неясными явлениями, о природе которых высказывалось много мнений, нередко исключающих друг друга. Но незнание сменялось знанием, и споры оставались в прошлом. Это — особенность развития всех наук.

Однако у петрографии, как и у многих естественных наук, есть еще и другая особенность. Состоит она в том, что наука о горных породах имеет дело не с самими явлениями, а с их результатами. Например, в скальных обнажениях или в керне буровых скважин мы встречаем «готовые» метаморфические породы — гнейсы, сланцы, роговики и др. Но несомненно, что и в настоящее время в глубинах Земли образуются метаморфические породы.

Невоспроизводимость многих петрографических процессов служит одной из основных причин существования нескольких, часто противоречивых гипотез об одном и том же явлении. Правда, за последние десятилетия много важных сведений дали экспериментальные исследования при высоком давлении и температуре и изучение технического камня.

Конечно, появление параллельных гипотез нельзя считать нормальным, ведь от выбора предположения о происхождении той или иной горной породы или руды зависит направление геологических поисков и разведки. Вопрос, как видим, не отвлеченный, а жизненный и крайне важный для увеличения запасов минерального сырья.

Итак, изучение горных пород важно не только для расширения кругозора человека, но и имеет огромное практическое значение.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Валаев Р. Новеллы о драгоценных камнях. Кнев. «Радянськнй письменик», 1971, 191 с.

Григорович М. Б. Оценка месторождений облицовочного камня прн поисках и разведке. М., «Недра», 1976. 151 с.

Ефимова Е. М. Русскнй резной камень в Эрмнтаже. Л., Изд. Гос. Эрмнтажа, 1961. 136 с.

Заварзин А. А., Григорьева Л. Н. Камень в облицовке фасадов. М., Госстройиздат, 1956. 238 с.

Здорик Т. Б. Здравствуй, камень! М., «Недра», 1975. 128 с.

Керам К. Боги, гробннцы, ученые. М., Изд-во ииостр. лит., 1960. 398 с.

Ларионов А. К. Занимательная инженерная геология. М., «Недра», 1968. 231 с.

Лебедев А. П., Лебединский В. И. Популярная петрография. М., «Наука», 1968. 223 с.

Лебединский В. И., Кириченко Л. П. Камень н человек. М., «Наука», 1974. 215 с.

Макаров В. К. Цветной камень в собрании Эрмитажа. Л., 1938. 124 с.

Малахов А. А. Новеллы о камне. Свердловское книжное изд-во, 1960. 211 с.

Малахов А. А. Страницы каменной книги. Свердловск, Среднеуральское книжное изд-во, 1968. 325 с.

Петров В. П. Рассказы о белой глине. М., «Недра», 1974. 126 с.

Петров В. С. Драгоценные и цветные камни. М., Изд-во МГУ, 1963. 135 с.

Ферсман А. Е. Очерки по истории камня. М., Изд-во АН СССР, т. I—1954, 371 с.; т. II — 1961, 371 с.

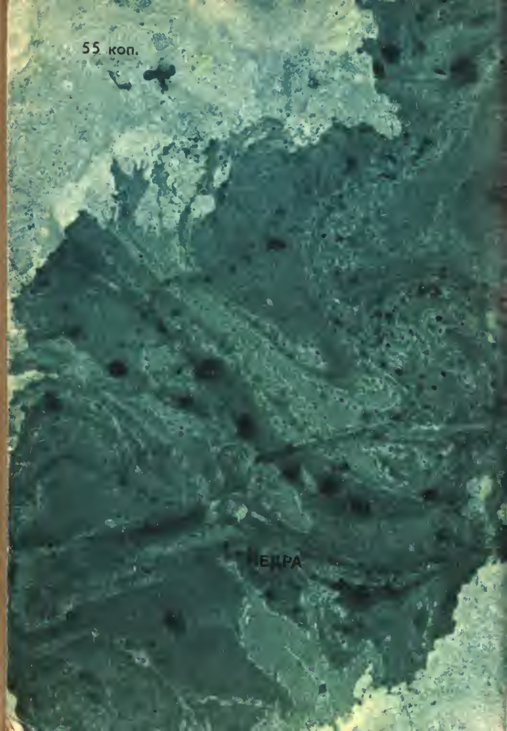
Ферсман А. Е. Очерки о самоцветах. М., «Наука», 1974. 254 с.

Цветные камни Украины. Киев, «Будівельник», 1974. 187 с. Авт: Семенченко Ю. В., Агафонова Т. Н., Солонинко И. С., Львова Т. 8., Назаренко В. В.

Чуприна Т. А. Природные облицовочные камни Грузии. Тбилиси, «Мецниереба», 1969. 131 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРВЫЕ ВСТРЕЧИ С КАМНЕМ 5
В горах Крыма 6
У скалистых берегов Днепра 9
Геология и ее ветвь — петрография 12
КАК ИЗУЧАЮТ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ 13
Горные породы в натуре 13
Что можно узнать о горных породах в лабораториях 14
ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ 19
Обломочные породы 20
Породы, долгое время остававшиеся загадочными 24
Породы, рожденные в море 27
Подземные склады солей 33
Солнечный камень и сок земли 36
Смола веков 38
ГРАНИТНАЯ СЕМЬЯ 41
Когда магма прорвалась на поверхность 41
Когда магма застыла на глубине 44
Когда магма обогащена газом 47
БАЗАЛЬТОВАЯ СЕМЬЯ 50
Порода-космополит 50
«Миндальный» камень 55
Траппы — гигантские каменные ступени 56
Глубинные родственники базальтов и долеритов 58
ПЕРИДОТИТОВАЯ СЕМЬЯ 60
Перидотиты, дуниты и пироксениты 61
Редкостные породы 64
Изверженные породы, по составу близкие к мраморам и известнякам 66
ПОРОДЫ, ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ «ОГНЕМ» И «СИЛОЙ» 68
Горные породы со следами подземного жара 69
Метаморфические породы, рожденные теплом и давлением 73
Метаморфические породы «корней» гор 77
Ударный метаморфизм 78
ДИКОВИННЫЕ КАМНИ 80
Гигантские монолиты камня 80
«Громовые стрелы» 84
Знаки на камнях 85
Каменные трубы и столбы 87
«Съедобные» камни 89
Совсем необыкновенные камни 91
КАМЕНЬ И ПРОШЛОЕ ЧЕЛОВЕКА 93
Камень и первобытный человек 95
Камень в историческое время 99
Союз петрографии и археологии 103
КАМЕНЬ В УБРАНСТВЕ ГОРОДОВ 107
Камень в облицовке зданий 107
Камень в архитектуре Ленинграда, Москвы и Киева 112
Жизнь камня в облицовке 120
КАМЕНЬ И ИСКУССТВО 124
Мрамор в руках скульптора 124
Изделия из камня в Государственном Эрмитаже 127
Камнерезное искусство нашего времени 134
ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И СООРУЖЕНИЯ ИЗ КАМНЯ 137
Базальтовые идолы острова Пасхи 137
Каменные деньги 141
Великая камея Франции 143
Две скульптуры Государственного Эрмитажа 146
Город из камня и на камне 150
Исаакиевский собор 154
ПОСЛЕСЛОВИЕ 157
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА 159


55 коп.
НЕДРА